4. Baskı

# Batı biliminde dönüm noktaları

PETER WHITFIELD

KÜRE YAYINLARI

# BATI BİLİMİNDE DÖNÜM NOKTALARI

Tarih Öncesi Dönemlerden
Atom Çağına

# Batı Biliminde Dönüm Noktaları

Tarih Öncesi Dönemlerden Atom Çağına

**Peter Whitfield**

KÜRE YAYINLARI / 46. Kitap
Bilim Tarihi 1

**Batı Biliminde Dönüm Noktaları**
**Tarih Öncesi Dönemlerden**
**Atom Çağına**

**Peter Whitfield**
Tercüme **Serdar Uslu**

*Landmarks in Western Science*
*From prehistory to the atomic age*

Yayına Hazırlık **Mustafa Demiray**

Birinci Basım Şubat 2008
Dördüncü Basım Ekim 2018

ISBN 978-975-6614-53-2
TC Kültür ve Turizm Bakanlığı
Sertifika No: 15813

Kapak Uygulama **Zeyd Karaaslan**
Tasarım Uygulama **Sibel Yalçın**

Baskı/Cilt Şenyıldız Matbaacılık
Sertifika No: 11964
Gümüşsuyu Cad. No:3, Kat:2
Topkapı/İstanbul
Tel: 0212 483 47 91

**KÜRE YAYINLARI**
Vefa Cad. No: 48 Kat: 3
Vefa İstanbul
Tel 0212. 589 12 95
Faks 0212. 589 15 48
kure@kureyayinlari.com
www.kureyayinlari.com
facebook.com/kureyayinlari
twitter.com/kureyayinlari

**SUNUŞ**

**Bilim'e geçmiş aramak, geleceği içindir**

"Evren'i bilmek, insanın idrakini var-olanların üzerine sermesidir" tümcesi hiç şüphesiz, "eşyanın hakikatini teemmül yoluyla bilmek" şeklinde tanımlanan felsefî faaliyetin tarihî köklerine işaret eder. Bugün kullanılan anlamıyla 'bilim' ise, daha çok Evren'in 'ampirik-matematik-mekanik' bilme tarzını betimler. İster felsefî ister bilimsel olsun, her türlü bilme tarzı, insanın Evren'i, hatta Varlık'ı idrakidir. Bu nedenle felsefe ya da bilim tarihi, ilkece insanın Varlık'ı ve Evren'i idrakinin tarihi olarak görülebilir. İnsanî idrak'in sıfatı ya da sıfatları ise hiç şüphesiz tarihî gelişim içerisinde hayat bulur; kimi zaman toplumsal örgütlenme, kimi zaman siyasî yapı, dinî anlayış kimi zaman ise idrak sürecinde kullanılan âlet ve edevat, idraki üretenlerin kimlikleri, hatta idrak için kullanılan teorik lisan ve simge (sembol) dizgeleri belirleyici olur. Bu nedenlerle, adı ister felsefe, ister bilim isterse başka bir şey olsun, en nihayetinde amaç, insanın Varlık'ı ve Evren'i idrakinin geçmişi olduğundan, tarihî araştırmalar belirli bir nitelikle tanımlanmış herhangi bir idrakin değil bizâtihi insanın idrakinin tarihini konu almalıdırlar.

XIX. yüzyılın ikinci yarısı ile XX. yüzyıl başlarında bağımsız bir disiplin olarak sahneye çıkan bilim tarihi çalışmaları bir yandan yeni kavramları geçmişe taşımakla anakronizme, bir yandan da geçmişi bugünün kavramlarını verecek biçimde örgütleyerek vigizm'e (whiggism) düşmüştür. Bu yanılsama felsefî-ideolojik nedenleri bir yana, özellikle XIX. yüzyılın ikinci yarısında *açıklamaya* dayandığı iddia edilen doğa bilimleri ile *anlamaya* dayalı

olduğu düşünülen insanî/beşerî bilimler arasında vukû bulan gerginliği aşma çabası olarak da görülebilir. Bunun yanında bilim tarihi özellikle ulusal düzeyde kimlik kurucu ve tarih metafiziği inşa edici bir rolle de donatılmıştır. XX. yüzyılda ulaşıldığı seviyeyle bilim ve teknolojiye katkı yapmak, uluslaşmanın, tarihte var-olmanın en önemli gerekçeleri arasında yerini almıştır. Bilim yapan ve teknoloji üreten toplumlar yalnızca bunların sağladığı maddî güçle değil aynı zamanda manevî/moral güçle de donanmış, en eşit tarihî toplumlardır. Bu nedenle bilim tarihi, aynı zamanda, Kostas Gavroğlu'nun başka bir çerçevede kavramsallaştırdığı "bilimlerin geçmişinden tarih üreten" bir işlev kazanmıştır. Ancak hemen belirtmeliyiz ki, bu 'tarih', geçmiş için değil, ulusların geleceği içindir.

Bilimin ve tarihinin kazandığı bu güç, toplumları, geçmişlerinde günümüzde tanımlandığı biçimiyle bilim ve teknolojinin, ne kadar olup olmadığına bakmaya zorlamıştır. Öyle ki, bilim tarihi kitapları, kavramların yaşlarını ve katmanlarını dikkate almaksızın tüm insanlığın tarihini, bugün sahip olunan bilim ve teknolojiyi üretecek biçimde okumaya, tüm insanlığın sanki bunun için çalıştığına vurgu yapmaya başlamıştır. Oldukça ereksel (teleolojik) bir tarih metafiziğine dayalı bu okuma, özellikle günümüzdeki bilim ve teknolojiyi üreten Batı Avrupa ve doğal bir devamı olan ABD'nin geçmişini merkeze alan bir tarih tasavvuruna dönüşmüştür. Öteki milletler ve kültürler ya bu geçmişe katkıları oranında ya da yeni durumun kendilerine etkisi oranında dikkate alınmışlardır; bu şekilde alınmaya da devam edilmektedirler.

Peter Whitfield'in *Batı Biliminde Dönüm Noktaları [Landmarks in Western Science]* adlı eseri, yukarıda dile getirilen çerçeve dikkate alındığında, adının da işaret ettiği üzere, günümüzdeki "bilim" kavramının, Batı Avrupa ve ABD'nin geçmişi dikkate alınarak, geriye taşınmasıdır; yukarıda tanımlandığı şekliyle insanlığın Varlık'ı ve Evren'i idrakinin tarihinin, "bilim"i verecek biçimde örgütlenmesidir. Öteki kültürler, özellikle İslâm kültürü, bu bilme tarzına etkisi oranında dikkat alınmış, bizâtihi göz önünde bulundurulmamıştır. Öyle ki, İslâm medeniyetinde bizâtihi "bilim" diye tanımlanan etkinlik bile Batı Avrupa'daki kategorilere göre okunmuş, çatışmalar aranmış, yoksa da varsayılmıştır. Eser, bazı küçük malumat yanlışları yanında, örnek olarak yazarın Mutezile hareketini değerlendirmesi gibi, Batı Avrupa'daki kilise-



bilim çatışmasıyla ma'lûl bu tür bir zihniyete dayanır. Öte yandan kendi Ortaçağlarında Hıristiyan Batı'da hemen hemen hiç bir etkisi bulunmayan atomculuğun, Kelâm doğa felsefesi dikkate alınmadığından İslâm medeniyetinde de benzer bir kadere sahip olduğunun iddia edilmesi, tümüyle İslâm kültürünün Varlık'ı ve Evren'i idrakinin tarihinin bizâtihi dikkate alınmamasıyla ilgilidir.

Özellikle Soğuk Savaş döneminde Demirperde ülkelerine karşı yükseltilen dinî hassasiyete bağlı olarak, XVI. ve XVII. yüzyıllarda Batı Avrupa'da vukû bulan kilise/din-yeni doğa felsefesi (sonra bilim) çatışmasını yeniden tanımlayarak, bu çatışmayı en iyi deyişle hafifletmeye ve tâli bir olay haline getirmeye yönelik çağdaş bilim tarihi yazıcılığının bu girişimine karşı ayık olmak gerekmektedir. Bu tarih yazıcılığı, büyük oranda kurumsal din/kilise ile felsefî din arasındaki ayrımı belirsizleştirmeye dayanır. Hiç şüphesiz yeni doğa felsefesinin mimarları, XIX. yüzyıl pozitivist tarihçiliğinin iddia ettiği gibi felsefî dine karşı değil, kurumsal dine/kiliseye karşı "sahih bir itikat" arayışındaydılar. Galileo, Kepler, Descartes, Leibniz ve Newton gibi pek çok doğa filozofunun başta Tanrı olmak üzere dinî kavramlar hakkındaki söylemleri kurumsal dine/kiliseye karşı olmadıklarını değil, tersine felsefelerinin zorunlu kıldığı dinî bir hassasiyete sahip olduklarını gösterir.

Tarihin bir tarafıyla insanın sahip olduğu kavramlara holistik-organik, bütüncül bir süreklilik, geçmiş sağlamak kaygısıyla yapıldığı göz önünde bulundurulursa, bunun da bizâtihi aklın bir özelliği olduğu kabul edilirse, *Batı Biliminde Dönüm Noktaları* adlı bu eserin, yazarın, dolayısıyla yetiştiği tarihî bağlamın, mensup olduğu kültürün bilgi-değer manzumesi içerisinde, insanın Varlık'ı ve Evren'i idrakinin geçmişine teorik-tarihî bir bakış olduğu söylenebilir.

**İhsan Fazlıoğlu**

ÖNSÖZ

Shakespeare "Tüm hayat, doğadan ebediyete geçmelidir" der. Bu geçişin gizemini açığa çıkarmak bilimin araştırma konusu olarak kabul edilebilir. Modern fiziğin keşifleri Shakespeare'in sözlerini şaşırtıcı biçimde doğrulamıştır. Çünkü bugün doğanın biçim ve süreçleri vasıtasıyla biliyoruz ki, dünyayı meydana getiren töz sonsuzdur. Parçacıkları milyarlarca yıl önce ortaya çıkmış, yıldızlar arası uzaydan geçerek bizim gezegenimize ve bizim bedenlerimize ulaşmıştır. Buradan da tekrar kozmik kaynaklarına geri dönecektir. Ölümsüz öğelerin meydana getirdiği bir biçimler silsilesi olarak evren anlayışı 1840-1940 yılları arasındaki yüz yıllık süre içerisinde, termodinamik, atomik yapı, madde ve enerjinin birbirine eşitliği gibi kuramlarla birlikte ortaya çıkmıştır. Bu kitap, bu başarının ardında yatan uzun ve karmaşık keşif süreçlerini açıklamaya, insanın doğa ve ebediyet arasına köprüler kurmak için yüzlerce yıldır nasıl mücadele verdiğini göstermeye çalışacaktır.

Bugün "bilim"i yöntemiyle, maddî dünyaya ilişkin eleştirel sorgulamalarıyla, ölçümleme, deney ve çıkarım diliyle ve şeylerin davranışlarını tayin eden genel yasalar formüle etmeye yönelik çabasıyla tanımlıyoruz. Ama bu bilim görüşü büyük ölçüde son iki yüzyılın eseridir. Bilim, birçok farklı kültürde ve binlerce yıl boyunca, yöntemiyle değil içeriğiyle tanımlandı; doğaya ve onun işleyişine ilişkin bir inançlar dizisi oluşturmakla meşgul oldu. "Doğa felsefesi" bu süreci ifade etmekte "bilim" sözcüğünden daha uygun bir tabirdir. Zaten on yedinci yüzyılın sonlarında Newton, klasik fizik alanındaki dev çalışmasına bu adı vermişti

Bu sözcük ışığında bilim tarihi, insanlığın tüm düşünce tarihinin temelini teşkil eden kapsamlı bir disiplin haline geliverir. Bilim tarihçisi geçmişi, günümüz bilimsel düşüncelerinin bir öngörüsü uğruna araştıramaz. Bunun yerine bilimi, dünyamıza ve insanın evrendeki konumuna ilişkin soruların cevaplanmasında bir örnek olarak benimser ve bu soruların geçmişte nasıl cevaplandırıldıklarını soruşturur. İnsan canlılar dünyasındaki zenginliği nasıl açıklamıştır; hastalık ve ölüm süreçlerini, gökyüzündeki hareketleri, mevsimlerin döngüsünü ve binlerce başka soruyu nasıl cevaplamıştır? Kayıtlı tarihin her safhasında doğa felsefesini belirleyen şey bu sorular olmuştur. Bu sorulara geçmişte verilen cevaplar bugün bize dinî, mistik ve şiirsel geliyorsa da, bu cevapların, bilim tarihinin bir parçası olduğu reddedilemez. Bu tarih çalışması, ilgisini kaçınılmaz şekilde bir nokta üzerinde topluyor: "Bizim bildiğimiz anlamda bilimsel düşünce ilk ne zaman ortaya çıktı? Doğaya ve insana ilişkin diğer düşünce formlarına ne zaman üstünlük sağladı?" Bu soruya kesin bir cevap bulmakta güçlük çekiyoruz ve bu güçlük bize, bilim tarihinin de tıpkı sanat tarihinde olduğu gibi, basitten karmaşığa doğru düz bir gelişme çizgisi izlemediğini, dünyaya ilişkin ve tarihsel koşullarca belirlenmiş bir cevaplar dizisi olduğunu ve bilim tarihinin bu cevaplar dizisinin kalbinde yattığını düşündürüyor.

Böylesine geniş bir konuda yazılmış bir kitabın bu denli kısa olması, bazı açıklamalar yapmamı gerektiriyor. Buradaki tüm konuları ve bireysel tartışmaları adaletli bir şekilde ele alabilmek için bundan çok daha uzun süre harcamak gerektiğinin şiddetle farkındayım; ama öylesi bir çalışma daha farklı ve daha az erişilebilir olacaktı. Çok kısa yazmış olmamın tek mazereti, bilim tarihine genel bir giriş sağlayacak böyle bir kitabı yıllarca aramış ve bulamamış olmamdır. Tıp son derece genel bir şekilde ele alındı, çünkü son derece geniş bir literatüre sahip; aynı şekilde, matematiğin gelişimi ve fizik bilimlerle olan etkileşimi de bu kitabın kapsamı dışındadır. Eğer felsefeyi ve dini, pozitif bilimler kadar tartışıyor görünüyorsam, bunun sebebi, bilginin asla bu disiplinlerden yalıtılmış bir şekilde vücut bulmamış olması ve geçmişteki bilim adamlarının birçoğunun, çalışmalarını felsefi bir çerçeveye oturtmaya çalışan insanlar olmalarıdır. "Cennet insan için anlaşılmaz bir alandır ama dünya onun için anlaşılabilirdir ve insan cennet ile Dünya arasındaki sınırda yer alır" diyen Karl



Barth, bir bilim adamı değil ilahiyatçıydı ve pek az bilim adamı onunla fikir ayrılığı içindedir. Modern insanın, doğanın girift formlarına ve süreçlerine ilişkin bilgisi bugün çok muazzamdır ama bu bilgi bile hikâyenin sadece yarısıdır. Amaca yönelik kadim soru tekrar tekrar ortaya çıkmıştır: doğa neden şimdi olduğu gibi işliyor da başka türlü işlemiyor? Mevcut sistemler kaçınılmaz mıdır yoksa başka sistemler geliştirilebilir mi? Doğada işleyen bir plan var mıdır, varsa kaynağı nedir? İnsan aklının rolü bu planı anlamaktan mı ibarettir yoksa insan aklının gücü, doğadaki planı değiştirmeye yeter mi? Kayıtlı tarihin dört bin yılı boyunca bilim büyük bir mesafe kat etti ama bu temel soruları cevaplamak için daha çok yol alınması gerekiyor.

Gerek kendi yazılarının örnekleriyle gerek bu metne yönelik eleştirileriyle kitabımın hazırlanmasında rol oynayan John North'a teşekkür etmek isterim. British Library'den Kathy Houghton, resimlerin önemli bir kısmını temin etti. Nihayet, oğlum Eliot Whitfield'e teşekkür ederim, beni, bilim tarihindeki kahramanlıkların mükemmel bir sembolü olan, Verne'in Profesör Lidenbrock'u ile tanıştırdığı için.

**Peter Whitfield**

İÇİNDEKİLER

Birinci Bölüm

# Kayıtlı Bilimin Kökenleri

*Evren, ilahlar üretmekte bir araçtır.*
Henri Bergson

## Tarihöncesi Dönem

İnsanın, doğadaki örüntüleri, yasaları ve düzenlilikleri kavrama ve bunları, kendisini diğer canlılardan ayıran amaçlar adına kullanabilme yeteneğini ifade eden *bilimsel bilgi*, bu özelliğiyle insanlık tarihinin kalbinde yer alır. İnsanlık tarihinin şafağını belirleyen ve hiç değilse iki milyon yıl öncesi için alet yapma ve kullanma becerisi şeklinde tanımlanabilecek olan zanaat, sözkonusu süreçte bilime öncülük etmiştir. Uygarlığın çok daha sonraları ortaya çıkışı, insanın yaşadığı çevreyi dönüştürmesinde önemli rol oynayan tarım ve metal işçiliğiyle birlikte gerçekleşmiştir. Bugün bilimi, evrene hakim olan yasaları araştıran büyük bir düşünsel yapı olarak görüyoruz. Fakat insanlar binlerce yıl boyunca empirik bilgi ve becerileri, aklî temellerinin ne olduğunu açıklama çabasına girişmeksizin, yalnızca kullanmakla yetindiler. Kadim kültürler muazzam teknik başarılar sağlamışlardı ama bilimsel düşünceye erişmek için bundan çok daha fazlası gerekiyordu. İnsan zihni, doğadaki düzene, yani mevsimlerin akışı, bitkilerin ve hayvanların doğum ve gelişimleri, Güneş ve Ayın hareketleri, yıkıcı fırtınalar, gizemli hastalıklar ve ani ölümler gibi doğal olaylara daima açıklamalar ve nedenler bulmak çabası içinde olmuştur. Ama bu çaba, insanlık tarihinin önemli bir bölümünde, bilimden ziyade dine ve mitosa yol açmış ve doğanın, Tanrısal güçlerin bir etkinlik alanı olduğuna inanılmıştır. Böylece insanoğlunun, gizli olanın keşfedilmesine ve görünen dünyanın ardında yatan ve ona hükmeden güçlerin açığa çıkarılmasına yönelik en temel zihinsel dürtüsü, uzun soluklu bilimsel araştırmaların da habercisi olmuştur.

İnsanoğlunun zihnini en erken çağlardan bu yana meşgul eden, doğal süreçlere ve gizemlere yönelik bu ilgi, tarihöncesi kültürlerden günümüze ulaşan bölük pörçük kalıntılarda bile açıkça görülür. Ölülerin defnedilmesi, ölümden sonraki yaşama duyulan inanca yönelik işaretler, insan ve hayvan figürlerinin mağara duvarlarına kazınması ya da resmedilmesi, astronomi bilgisinin taş yapılara yansıtılması bu olgunun dışavurumlarıdır. Yazının henüz mevcut olmadığı bir dönemde ortaya çıkan bu eserlerin esas anlamlarını henüz kavrayamamış olsak da, bunların, insanoğlunun doğaya ve onun sırlarına ilişkin düşüncelerinden kaynaklandıkları açıktır.

İnsanın alet kullanan bir varlık olarak tarihini belirlemek güçtür. İlk insanların, aletler tasarlama becerisini elde etmeden önce, binlerce yıl boyunca güç ya da erişimlerini artırmakta maddi objeler kullanmış oldukları kuşku götürmezdir. Özel kullanımlı aletler tasarlama yeteneğini geliştirebilmeleri içinse binlerce yıl daha geçmiş olmalı. Özel amaçlı aletlerin (mesela, ahşap saplara kakılmış kesici taşlar türünden bileşik aletler) ortaya çıkışı, Afrika ve Avrasya bölgelerinde kuşkusuz değişik zamanlarda gerçekleşmiştir. Bu gelişmeler kültürel zenginleşmeyle, sosyal âdet ve inanışların ortaya çıkışıyla birlikte sağlanmıştır. Hastalıkların tedavisi de bu sosyal âdetler arasındadır. Kırık kemiklerin iyileştirildiğine ve kolları bacakları kesildiği, kafatasları kırıldığı halde uzun yıllar yaşayan bireylerin mevcudiyetine ilişkin açık deliller vardır. Tarihöncesi dönemden günümüze ulaşan en gizemli tıbbi kalıtlar, delinmiş insan kafataslarıdır. Bazı Neolitik sit alanlarından edinilen örnekler yaraların başarıyla iyileştirildiğini gösteriyor. Bunların tıbbi gerekçelerle mi yoksa bazı dini ritüellerin (hastanın kötü ruhlardan kurtarılması gibi) parçası olarak mı gerçekleştirildikleri, bugün için belirsiz bir konudur. Bilinen en eski defin olayı, 50.000 ilâ 100.000 yıl öncesine, orta Paleolitik döneme denk düşmektedir ve ilk örneklerden itibaren ölü, bazı eşyaları, silahları, ziynetleri ve tuhaf biçimde, hayvan iskeletleriyle birlikte gömülmüştür. Bu uygulamaları bir öte dünya inancına yormamak elde değildir. Düşüncedeki zenginleşmenin, insan yapımı aletlerdeki bir çeşitlenmeyle başabaş ilerlemesi kuşkusuz rastlantı değildir. Çünkü alet yapımına yönelik deneyimler erken çağların insanı için hayati bir önem arz ediyordu. Bu aletler, insanoğlunun yaratıcılığının ve nedenselliğe ilişkin kavrayışının eserleridirler çünkü bilinçli bir varlık tarafından tasarlanmış ve yapılmışlardır. Bu anlayışta doğa güçlerini yöneten Tanrılara ilişkin bir inancın başlangıcı yatıyor gibidir. Hayvanların ateşle olsun, suyla olsun, gömülmek suretiyle olsun kurban edildiklerine ilişkin kanıtlar, orta Paleolitik döneme dayanırlar ve bu türden ilâhi güçlere yönelik bir inanca kuvvetle işaret ederler. Muhtemelen bu tanrılar, ikna edilmesi ya da yatıştırılması gereken kişileştirilmiş güçler olarak görülmekteydiler.



Bu dönemden günümüze ulaşan ilk sanat ürünleri, insanın doğaya ilişkin hislerinin yansımalarıyla doludur. Lascaux ve diğer bölgelerdeki mağara resimleri, yaklaşık 20.000 yaşındadırlar ama öyle bütünlüklü ve olgundurlar ki, bunların binlerce yıllık bir geleneğin ifadeleri olduğunu kabul etmek gerekir. Bu resimlerde, yaşayan dünya, özellikle etleri, kemikleri ve derileri için avlanan bizon, geyik, dağ keçisi türünden boynuzlu ve güçlü hayvanlar resmedilmiştir. Bilinen bu en eski sanat formlarında insan aktivitelerine, ağaçlara ya da diğer doğal varlıklara, Güneşe ve Aya rastlanmamaktadır. Bu çarpıcı gerçek, resimlerin bulunduğu mağara yerleşimlerinin gizli ve güç ulaşılır yerlerde olmaları da göz önünde bulundurulduğunda, resimlerin bazı büyü ya da din uygulamalarıyla ilişkili olabileceklerini akla getirmektedir. Belki de bu resimler, hayvanların suretlerinin ele geçirilmesinin, hayvanların kendilerinin ele geçirilmesini sağladığı bir tür av büyüsüyle ilişkiliydiler.

Hayvan maskeleri takmış insan resimleri de, benzer biçimde ya bir hayvanın sembolik olarak öldürüldüğü bir dini dansı ya da insanın diğer türler üzerindeki hakimiyetini kutlayan bir tür zafer dansını çağrıştırmaktadır. Bu şekli değiştirilmiş insan resimleri, doğal güçlerin kişileştirilmesine yönelik bilinen en eski örnekler olmaları bakımından son derece ilginçtirler. Zamanla dünya genelindeki mitolojilerde, insan ve hayvan formlarının birleşmesinden türeyen insan biçimli tanrısallıklar, nehir, gökyüzü, ateş, hastalık ya da ölüm tanrıları ortaya çıkmıştır. Hemen tüm kültürlerde mevcut olan yaratılış mitleri, doğadaki sebep-sonuç ilişkisine dair insandaki içgüdüsel kavrayışı ve bu sebeplerin kişileştirilmesine yönelik güdüleri kanıtlamaktadır.

Orta ve üst Paleolitik dönemin bileşik aletler tasarlayan, hastalıklarını tedavi eden, ölülerini gömen, mağara duvarlarına canlı benzeri varlıkların resimlerini yapan, üstün güçlere kurbanlar sunan insan varlıkları, bizimkiyle aynı genetik özelliklere sahipti. Bizim anladığımız türden bir bilimsel faaliyetten tümüyle bîhaber olsalar da düşünce süreçleri bizimkilere çok benziyordu. Öyle ki, doğada hüküm süren nedenselliği kavramak, doğaya hakim olmak, yaşam ve ölüm gibi bilimsel sorunlarla ve yaşadıkları acımasız dünyayı yöneten güçlerle boğuşmak zorunda kaldılar.

Yaklaşık 10.000 yıl önce, Paleolitik dönemin sonlarında, dünya tarihinin başlıca kültürel dönüşümlerinden biri gerçekleşti; Güneybatı Asya'da (ve kısa süre sonra Orta Amerika ve Güneydoğu Asya'da) tarım ortaya çıktı. Bu olay, insanların belki yüz bin yıldır sürdürdükleri yarı göçebe, avcı-toplayıcı yaşamı terk etmelerine, yenilenebilir besin kaynaklarını kontrol altına alarak geniş ölçekli topluluklar halinde yaşayabilmelerine imkân sağladı ve işbölümü, politik yapılar, yeni teknolojiler, refahın artması gibi uygarlığın remzi sayılan sayısız sosyal sonuçlar doğurdu. Çömlekçilik, tekstil, maden işçiliği ve tekerlek temelli yeni bir mekanik, sözkonusu teknolojik gelişmelerden birkaçıydı. Ekmek yapım tekniği ve tuz ürünlerinin keşfi, besin üretiminde hayati gelişmeler sağladı. At ehlileştirildi, tekerlekli taşıtlar yapıldı ve yaban hayvanları evcilleştirildi. Bu tekniklerin nasıl ve ne zaman ortaya çıktıklarına ya da nasıl yayıldıklarına ilişkin hemen hiçbir ciddi kanıta sahip değiliz. Doğaya ilişkin keskin gözlemlerden ve çevresel unsurlara hakim olmak amacından doğmuş olsalar da, bunların, sistematik ya da bilimsel nitelik taşımayan salt empirik icatlar olduklarını varsaymak durumundayız. Bu keşifler, insani olguların durumunda köklü değişiklikler meydana getirdi ve insanın, sadece hayatta kalmak için mücadele eden hayvanların dünyasından fersah fersah uzaklaşmasına, dikkatini, dünyaya ve yaşadığı ortama ilişkin yeni düşünce alanlarına yöneltmesine yol açtı. Bu devrim, M.Ö. 4000 yılı dolaylarına kadarki birkaç bin yıllık süre içinde batıya ilerledi ve Avrupa'nın tamamına yayıldı. Fransa, İngiltere, Güney İskandinavya ve İspanya'da tarım safhasına erişildi. Uygarlığın başlıca özelliklerinden biri olan yazı henüz mevcut değildi ama Kuzeybatı Avrupa'nın yazı öncesi kültüründe gerçek bilimin en şaşırtıcı örneklerinden biri ortaya çıktı; Carnac, Callanish ve Stonehenge'in[1] megalitik astronomisi.

Bu megalitik sit alanları, uygarlık tarihi için neden bu kadar önemlidir? Bu sorunun cevabı ölçeklerinde yatar: Çıplak insan ellerinin yarattığı mühendislik harikaları olarak bu sitler, muazzam bir zaman, emek ve marifet sarfiyatına dayanırlar. Öyle ki, bu sitlerin geniş ölçekli olanları, milyonlarca saatlik insan emeğinin ürünleridir. İnsanlara böyle bir şeyi, ancak en güçlü motivasyonlar yaptırabilirdi. Bu nedenle eğer bu motivasyonlara nüfuz edebilirsek bu sitler bize, onları inşa eden insanların zihin ve kültür yapılarına ilişkin paha biçilmez bir kavrayış sağlayabilirler. Bu sitler uzun süre kült temelli, törensel (ya da belki savunma amaçlı) antik yapılar olarak görüldüler ve astronomik

1 İngiltere, Wiltshire'deki Salisbury Ovası'nda Bronz Çağına ait taş abideler. (ç.n.)





Fransa'daki Les Trois Freres mağarasındaki bir resimden, hayvan maskesi takmış bir büyücü. Resim en az 20.000 yaşındadır. Bu törensel şekil değiştirme, doğa güçlerinin tanrılar olarak kişileştirilmesi eğilimiyle bağlantılıdır.

oldukları ya da takvime dayalı unsurlar içerdikleri varsayıldı. Kökenlerine ve amaçlarına ilişkin, çoğu tartışmalı, sayısız teoriler geliştirilen bu anıtların, Güneşin, Ayın ya da yıldızların konumlarına göre amaçlı bir şekilde sıralandıkları düşüncesi, astronom Sir Norman Lockyer'e aittir. Günümüz astronomlarının geometrik analizlerine göre dört ya da beş bin yıl önce bu sitlerde *neler olmuş olabileceği* ve *gerçekte ne olduğu* birbirinden bütünüyle farklı olabilir. Taşların, belli bir zamanda meydana gelen, belli bir gök hadisesine uygun olarak, belli şekilde sıralandıklarını iddia etmek mümkündür ama bu taşları inşa eden insanların, onları bu şekilde sıralarken böyle bir niyet güdüp gütmediklerine ilişkin elimizde hiçbir kanıt yoktur. Diğer taraftan, eğer birbirinden farklı ve fakat birbirleriyle ilişkili birçok sit alanında, astronomik bir sıralanışın takip edilebileceğine ilişkin ciddi deliller toplanabilirse (ki bu türden deliller mevcuttur), sözkonusu yapıların ne amaçla inşa edildikleri yine belirsiz kalacak olsa da, neolitik kültürde astronominin önemli bir rol oynadığı fikrini ciddiye almak zorunda kalırız.

Bu sitler bize, antik insanın zihin yapısına ilişkin yap-boz oyununda belli parçalar sağlıyor ama bu parçaların nasıl biraraya getirileceğini bilmiyoruz. Mesela; İrlanda, Newgrange'da bir mezar dizisi öyle bir biçimde inşa edilmiştir ki, kış ortasındaki gündönümünde doğan Güneş ışığı, mezarın içindeki koridor odaya girmekte ve mezarlığın sonundaki bir taşın üzerine düşmektedir. Bu son derece şaşırtıcı bir durumdur çünkü koridorun ana girişi devasa bir taşla kasıtlı olarak kapatılmıştır ama ışık girişin üzerindeki dar bir geçitten yine de içeri girer. Bu yapıda düşünceler nasıl bir sıralanış içindeydi? Işığın, yılın belirli anlarında mezarın içine süzülmesi ya da mezardan çıkması ne anlam ifade ediyordu? Geçmişte böyle bir yapının bir tür takvim olarak kullanıldığı düşünülebilir. Fakat bir anlık düşünce bile, bu yapıların böyle bir amaç için fazla ayrıntılı olduklarını göstermeye yetecektir. Yine de bu yapılar, üzerinde uzun süre çalışılmış, takvim düzenlemek esasına dayalı bazı

olguları yansıtıyor olsalar gerektir. Yapıların sıralanışları Güneşe, Aya, yıldızlara ve ölüme yönelik inanışlara ilişkin sembolik ya da dini anlamlar içerir. Bu tür uygulamalar genel anlamda bugün bile mevcuttur. Mesela Hıristiyan mimarisinde Doğu kutsal yön kabul edilir ve kiliseler, cepheleri doğan Güneşe bakacak şekilde inşa edilirler. Ölüler doğuya dönük mezarlarında dirilmeyi beklerler. Yapının, takvime dayalı bazı unsurlarca belirlendiği başka birçok sit alanı daha vardır. Ancak bu sitlerin ait oldukları kültürlerden günümüze, tahta ya da taşlara kaydedilmiş hiçbir yazılı takvimin ulaşmamış olması, durumu daha da şaşırtıcı kılmaktadır. Newgrange'da rastladığımız türden yapılar acaba bütünüyle sözel bir kültürde mi inşa edilmişlerdi? Planları doğrudan elit bir sınıfın hafızasında mı saklanıyordu? Kuzeydoğu İskoçya'da Ayın on sekiz yıllık dolaşımındaki en yüksek ve en alçak açısal uzaklıkları gösteren yapay çevrenler oluşturacak biçimde dizilmiş, özgün bir taş anıtlar kompleksi bulunmaktadır. Bu anıtların inşa edilebilmesi için Ayın dolaşımının on yıllar boyunca gözlemlenmesi, kayıt altına alınması gerekmez mi?

Belki daha da ilginç olanı, Güneş ve Ay neolitik astronomiye hakim olmadan önce bazı anıtların parlak yıldızlara göre düzenlenmiş olduğuna ilişkin, sayıları giderek artan kanıtlardır. Stonehenge'in on beş mil kuzeyindeki Batı Kennet'te, M.Ö. dördüncü bin yıla ait bir defin höyüğü, kırk altı kişinin cesetlerinin bulunduğu beş mezar odası içerir. Girişlerini kapatan taşlar oynatıldığında, odaların her biri İkizlerevi,[2] Başakçı ya da Süreyya gibi parlak yıldızlardan yükselen ışığı almaktadır. Newgrange'daki ölülerin, gök cisimlerinin ışıklarıyla ilişkili oldukları açıkça belirtilmiş olsa da bu yapıların ardında yatan inançlar dizisi ayrıntılarıyla ortaya konamamıştır.

Neolitik geometrinin yıldızlara ilişkin astronomi bilgisi içerdiğini gösteren başka örnekler de vardır. Ama birçok arkeologun, yıldızlarla bağlantılı olduğu düşünülen bu düzenlemelerin amaçlı ya da dikkate değer olduğunu kabul etmediklerini ve gökyüzüne saçılmış binlerce yıldız arasından yirmi ya da daha fazlası alındığında, bu yıldızların görünür düzeninin aslında gelişigüzel ve önemsiz olacağını söylemek durumundayız.

Bu türden anlaşmazlıklar, sözkonusu yapıların en meşhuru olan Stonehenge'e ilişkin çalışmalarda daha da büyük bir sorun oluşturmaktadır. Bu yapının, bir tür güneş kültüyle ilişkili olduğu kuşkusuzdur ama uzun süre rağbet gören, sitenin bütününün ekseninin, yaz gündönü-

2 Betelgeuse. (ç.n.)



münde doğan Güneşe göre kuzeybatıyı işaret ettiği düşüncesinin bugün yanlış olduğu bilinmektedir. Yaz ortası gündönümünde, Güneşin batışına denk gelen güneybatı görüş çizgisi bugün daha muhtemel kabul edilmektedir. Ancak, bu yapıların inşa edilmesini sağlayan saik ya da nedenler hâlâ belirsizdir. Bu kült temelli astronomik siteleri kuranların başlıca kaygısı belki de doğanın birbirinden ayrı görünen parçalarını biraraya getirmekti. Yani insan kendi dünyevî aleminde, yalıtılmış halde yaşıyor değildi, yıldızlar alemiyle de ilişki içindeydi. Belki bu alemin, kavranabilen ancak görünmeyen güçler içerdiğine ve bunların bazılarının insan yaşamını kontrol ettiğine inanılıyordu. Gelecekte olup biteceklerin doğrulukla öngörülebilmesi için, doğanın görünümlerine ilişkin sabırlı bir gözlem önemliydi. Bu eserleri meydana getiren motiv dinî imiş gibi görünse de sözkonusu etkinlik, doğaya hakimiyet kurmaya yönelikti ve bu yönüyle bilimsel bir nitelik arz ediyordu: Düşüncenin bu iki alanındaki, yani din ve bilim arasındaki ayrım, bu anlamda pek de önemli olmayabilir.

### Antik Mısır'da Bilim

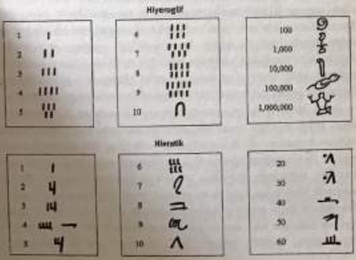
Bakışlarımızı Antik Yakındoğu medeniyetlerine çevirdiğimizde, bu erken dönem kültürlerin düşünce anlayışına yönelik karanlık tarafların kısmen aydınlatıldığını ama tam olarak açığa kavuşturulamadığını görüyoruz. Yazının icadıyla birlikte insanlık tarihinin en büyük dönüm noktalarından biri gerçekleşmiştir. M.Ö. 3500-3000 yılları arasında yazının iki ayrı formu neredeyse eş zamanlı olarak ortaya çıktı; Mezopotamya'nın çivi yazısı ve Mısır'ın hiyeroglifi. Bu dillerden günümüze erişen binlerce metin, bu uygarlıkları, çağdaşı olan neolitik Avrupa kültürlerinden tümüyle farklı bir düzleme oturtmaktadır. Bu nedenle Antik Mısır'ın ve daha önemlisi Mezopotamya krallıklarının başarıları, kayıtlı bilim tarihinin en eski bölümlerini oluşturmaktadır.

Antik Mısır'ın tanıdık sembolleri olan piramitler, hiyeroglifler ve ölüm kültü, her biri kendi alanında, bu kültürün bin yıllara meydan okuyan muazzam teknik başarılarına, Antik Mısır düşüncesinin sınırlarına ve tutuculuğuna işaret ederler. Hiyeroglif yazısı başlangıçta muhtemelen, resimlerin doğrudan nesnelerin kendilerini temsil ettiği bir sistemdi. Mesela kuş, göz ya da piramit resmi, doğrudan bu nesnelerin kendilerini ifade etmekte kullanılmaktaydı. Ama böyle bir ilk aşama mevcut olmuşsa bile, ondan günümüze ulaşan hiçbir kanıt yoktur ve bu sistemin, "küçük", "soğuk", "acı", "düşman" gibi en basit kavram-

sal sözcükleri bile yeterince ifade edemediği kısa sürede ortaya çıkmış olmalıdır. Hiyeroglif sistemde, en erken örneklerinden itibaren sadece ünsüz unsurlar kullanılmış, ünlü harfler okuyucu tarafından eklenmiştir. Örneğin; "m" ve "r" ünsüz dizisi, bir keski ya da piramit olarak gösterilebiliyor ama aynı ünsüzler "sevgi" ya da "hasta olmak" sözcüklerini ifade etmekte de kullanılabiliyordu. Aynı sembol iki, üç ya da dört anlama gelebiliyordu. Böylece zamanla, okurun açık anlamı bağlamdan çıkardığı ve anlamın tayininde belirleyici olduğu bir yazı sistemi ortaya çıktı. Erken hanedan döneminde hiyerogliflerin toplam sayısı yaklaşık 700 idi. Bu sayı Roma dönemi boyunca eklenen yeni sembollerle giderek arttı ama daima fonetik ayrım ilkesine bağlı kalındı. Daha esnek ve kullanışlı bir alfabe sistemine asla geçilemedi. Hiyerogliflerin grafik ve artistik yapısı, el yazısı için elverişli olan daha basit bir yazı biçimi bulmayı zorunlu kılıyordu. Bu ihtiyacı bir ölçüde karşılayan hieratik yazı, hiyeroglif yazı prensibini aynen devam ettirdi. Bu yazı sisteminin, Yunanca ve Latince gibi alfabetik dillerin büyük gelişimler kaydettiği üçbin yıl boyunca büyük bir değişikliğe uğramaksızın mevcudiyetini sürdürmüş olması, Mısır kültürünün tutuculuğunun bir kanıtıdır.

Mısır rakamları. Matematik esnek bir işaret sistemi olmaksızın gelişemezdi; Mısır sayı sistemi on rakamının katlarını kullandı ama bu modern anlamda bir ondalık sistem değildi çünkü rakamların sayı içindeki konumlarına dayanmıyordu.

Yazının ortaya çıkışı matematik tarihi açısından da önemli bir hadisedir. Çünkü yazıdan önce, yapılan işlemlerin hafızada kaydı sınırlı oluyordu.




Mısırlılar yazıyı yeni bir hesaplama aracı olarak gördüler ve ondan, biraz hantal da olsa, etkili bir matematik işaret sistemi kurmakta yararlandılar. Mısır sayı sistemi, ana basamakları on ve katlarından oluşan bir tür ondalık sistemdi. Ekleme ve çarpma işlemleri yüzler, onlar ve birler sütunlarında gösterilmekteydi. İşlemler, bir sütundan diğerine aktarımlarla yapılıyordu. On rakamının katları ayrı sembollerle ifade ediliyordu. Rakamların değeri modern ondalık sistemdeki gibi konumlarından kaynaklanmıyordu. Çarpım işlemi, tekrar eklemelerle gerçekleştiriliyordu. Böylece dokuz kere yirmi altı: 26, 52, 104, 208, 234... olarak gösteriliyordu. Bölme ise bu işlemin tersine çevrilmiş haliydi. Böylece; 234, 26 ile bölünmek istendiğinde problem; "234'e ulaşmak için 26'yı kaç kere çoğaltmalıyım?" sorusuna dönüşüyordu. Mısırlılar kesirlerin kullanımını pek güzel mısralaştırmışlardı ama 2/3 hariç. Bu türden kesirleri daima, payı bir olan kesirlerle ifade ettiler. Böylece 4/7 sayısı, 1/2 + 1/14 olarak yazılırken, 2/29 sayısı, 1/24 + 1/58 + 1/174 + 1/232 olarak ifade ediliyordu. Mısırlıların neden böyle karmaşık bir sistemde ısrar ettiklerine, kesirli sayıların pay hanelerinde neden 1 dışındaki rakamları kullanmadıklarına ilişkin hiçbir doyurucu açıklama yoktur.

Sayıların kullanımındaki bu kuşku götürmez kolaylık, alan, birim, pay, ağırlık ve hacim problemlerinin çözümünde başarılı sonuçlar doğurdu. M.Ö. 1850 dolaylarından günümüze ulaşan matematik içerikli bir papirüs, birçok problem ve çözüm formülü içermektedir. Mesela; bir kesik koninin hacmi şu şekilde hesaplanmaktadır:

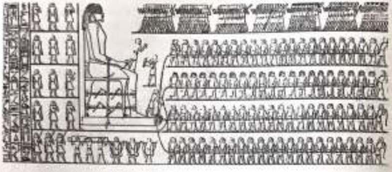

Frustum

*Dense sana bir kesik piramitin yüksekliği 6 kübittir,*[3]
*Temeli 4 kübittir, tepesi 2 kübit,*
*Bu 4'ü ele al, karesi 16'dır.*
*Çarp 4'ü 2 ile sonuç 8'dir.*
*Bu 2'yi ele al, karesi 4'dür.*
*Bu 16'yı, bu 8'i, bu 4'ü ekle birbirine, sonuç 28.*
*6'nın 1/3'ünü al, sonuç 2.*
*28'in iki katını al, sonuç 56.*
*İşte bak! Sonucu doğruca buldun.*

Biz bugün, taban kenarının uzunluğu olan 4 kübiti *a* harfiyle, tepe kenarının uzunluğu olan 2 kübiti *b* harfiyle, 6 kübitlik yüksekliği *h* harfiyle ifade ediyor ve kesik koninin hacim formülünü şöyle düzenliyoruz; $V=1/3h\ (a^2 + ab + b^2)$. Mısırlıların, bu son derece gelişmiş formülü nasıl

---

3 Kübit (*cubit*): 45-56 cm değerinde, eski bir uzunluk ölçüsü. (ç.n.)



Bir Mısır heykelinin taşınmasını resmeden alçak kabartma. Bu resim bize Mısır anıtlarının nasıl inşa edildiklerine ilişkin bir ipucu vermese de, mekanik araçlardan ziyade sınırsız insan gücünün kullanıldığı açıktır. (Lepsius'un *Denkmaeler*'ine (1848) göre)

keşfettiklerine dair hiçbir fikrimiz yoktur. Sözkonusu papirüste yer alan problemler arasında, belirsizliklerin bulunmasında cebire dayalı çıkarımlar yapıldığına ilişkin kanıtlar vardır. Mesela bir sayının beşte biri, aynı sayının kendisine eklendiğinde sonuç 20 oluyorsa, bu sayı nedir? Bu problemi biz şöyle ifade ediyoruz: $x/5 + x = 20$. Ancak bu tür cebir işaretleri Mısırlılarca bilinmiyordu. Aynı tarihlerden kalma bir başka papirüs, Mısırlıların daire problemleriyle de ilgilenmek zorunda kaldıklarını göstermektedir. Alan hesaplamasına ilişkin şöyle bir işlem verilir: Çaptan, (çapın) dokuzda biri çıkarılır ve sonucun karesi alınır. Böylece çap 9 ise alan 64 olacaktır. Bu işlem, dairenin alanının, çapın karesiyle orantılı olarak ele alındığını gösterir. Bu oranın sabit ifadesi; 64/81'dir. Biz bunu $\pi/4$ olarak ifade ediyor, böylece $\pi$'ye tam olarak 3.160 değerini veriyoruz. Mısırlıların matematik alanında yaptıkları çalışmalarla, piramit inşası türünden muazzam uygulamalar arasında ilişki kurmak mümkün müdür?

Piramitler sorunu birkaç yönden ele alınabilir; matematik anlamda ayrıntılı ve ileri düzeyde planlanmışlar mıydı? Bu denli muazzam büyüklükte yapıların inşa süreci nasıl idare edilebildi? Ve bu denli muazzam bir insan enerjisinin sarf edilmesinin sebepleri neydi? M.Ö. 2800 yılına dayanan Büyük Gize Piramidi, zeminden yaklaşık 755 feet 9 inç* yüksekliktedir. Piramidin cepheleri, ortalama ağırlıkları 1,5 ton olan iki milyondan fazla kireçtaşından oluşmaktadır ve bu taşlar, 51° 51' lik bir sabit açıyla, iki yüzden fazla taş dizisi boyunca, yaklaşık 500 feet** yüksekliğe ulaşa-

* 755 feet 9 inç: 230.35 m. Metinde geçen uzunluk birimleri tarafımızdan çevrilmiş ve ayrıca köşeli parantez içinde bazı bilgiler ilave edilmiştir. (y.n.)
** 500 feet: 152.40 m



cak biçimde yukarıya taşınmışlardır. Bu yapılar, akla gelebilecek her tür aleti kullanabilme imkânına sahip, modern bir mühendisler ordusunu bile zorlayabilecek yapılardır. Mısırlıların kaldıraç ya da makara gibi aletlerle tanışık olmadıkları anlaşılıyor. M.Ö. 2000 dolaylarına dek at ve tekerleği de tanımıyorlardı. Bu nedenle, elimizde Mısırlıların inşaat anlayışına ilişkin, piramitlerin bulunduğu bölgeye elleriyle devasa taşlar taşıyan, cılız insan dizilerini gösteren bazı resim kalıtlarından başka bir şey yoktur. Mevcudiyetlerine ilişkin hiçbir delile ulaşılamamış olsa da, inşaatlarda eğimli rampa ve yolların kullanılmış olduğu su götürmez. Mühendislik bakımından doğurdukları soru işaretleri bir tarafa, yapıların nedenleri ve amaçları da meçhuldür. Ölü bir insanın, özellikle ölü bir kralın bedeni, neden böyle muhteşem bir istirahatgâha gereksinmekteydi?

Metinlerin ve kitabelerin yardımıyla bu soruya bir cevap vermeye cesaret edebiliyoruz. Ancak sözkonusu metinler bize belli inanış ve uygulamalara ilişkin bazı bilgiler sağlıyor olsalar da, bu bilgileri biraraya getirebilmemize imkân tanıyacak felsefi bir bütünlüğe sahip olmadığımız için cevabımız varsayıma dayalı olacaktır. Mısır kralı, ölümlü bir insan olmanın yanı sıra, kuşkusuz tanrısal bir statüye de sahipti. Birçok unvanı içerisinde belki en önemlisi *Horus* unvanıydı. O, gözleri Güneş ve Ay'ı temsil eden, kartal başlı tanrının cisimleşmiş haliydi. Sonraları Güneş tanrısı Ra'nın oğlu olarak anılmaya başlandı. Ra aynı zamanda, düzen ve adalet tanrıçası olan Ma'at'ın babasıydı. Böylece kral, değişmez kozmik düzenin bir parçası olarak tanrılar panteonundaki yerini alıyordu. Görevi, insanlarla tanrılar arasında aracılık yapmak, Ma'at'ın, kozmik ve sosyal düzenin temelinde yattığına inanılan yasalarına bekçilik etmekti. Bu nedenle, doğal ölüme tabiydi ama varlığı sona ermiyor, bir başka alemde yaşamaya devam ediyordu. Böylece ölüm, en azından kralın ölümü, tıpkı yaşam gibi kozmik düzenin bir parçasıydı. Mısırlılar, insanda, ölümden sonra da varlığını sürdüren spiritüel unsurlar bulunduğuna inanıyor ama ölünün bu dünyada yaşamaya devam edebilmesi için bedeninin de bozulmadan kalması gerektiğini düşünüyorlardı. Bu son derece paradoksal öğreti, piramitlerin temsil ettiği muazzam ölüm mimarisini açıklamaya tek başına yetmektedir. Bu inanışların, toplumun hangi kesiminin uhdesinde olduğunu sormakta da haklıyız: Bunlar bir kraliyet ya da rahipler elitini mi gözetiyorlardı? Bu inanışların, en iyi korunan piramitlere bile sızarak, sarayı, Krallar Vadisi'nde daha güvenli mezarlar inşa etmek zorunda bırakan mezar hırsızlarınca paylaşılmadıkları açıktır. Ancak piramitlerin nefes kesici mühendisliğinin, ilhamını doğrudan kozmik düzene ilişkin inançlardan aldığı biraz

kuşkuludur. Bu gerçek, geride hiçbir yazılı belge bırakmayan ve piramitlerin inşa edildiği çağda benzer abidevi eserler inşa eden neolitik Avrupa kültürüne de ışık tutabilir. Gize piramidinin içindeki belli galerilerin, o dönemde Thuban olarak bilinen Kutup Yıldızı'na göre düzenlendiği anlaşılmaktadır. Herhangi bir yazılı belgede, bu meselelere ilişkin hiçbir açıklama ya da gönderme bulunmamaktadır. Bu nedenle yapıların dinî anlamları hâlâ son derece belirsizdir.

Din ve teknolojinin ölüm kültünde biraraya geldiği ikinci bir uygulama da mumyalamadır. Mısırlıların, ölüyü kumaşa sarma ve kuru toprağa gömme türünden adetlerinin, ölüm-ötesine ilişkin bazı öğretilerce desteklendiği sanılmaktadır. Bedenin biçim ve özellikleri bu yolla epey bir süre korunabilmekteydi. Ruhun ölüm sonrası yaşamına duyulan inanç, Hıristiyanlıkta olduğu gibi fiziksel yeniden dirilme beklentisiyle iç içe geçmişti. Bunun gerçekleşmesi için insanın ruh, gölge, kalp ve beden gibi tüm unsurlarının yeniden biraraya getirilmesi önemsenmişti. Ruhu bedene geri dönmeye cezbetmek için, bedenin biçim ve güzelliğinin korunması gerekmekteydi. Sofistike ve masraflı mumyalama tekniklerinin ardında yatan sebep budur. Beyin de dâhil olmak üzere tüm iç organlar cerrahi müdahaleyle çıkarılmakta, ayrı kavanozlarda, özel sıvı ve bitkilerle korunmaktaydı. Beden oyukları mürrüsafi[4] nev'inden koruyucu bitki ve baharatlarla doldurulmakta, bütün beden birkaç ay güherçilede bekletilmekte, sonra zamklı bandajlara sarılarak gömülmekteydi. Herodot'un mumyalama tekniğine ilişkin ilk ayrıntılı açıklamaları verdiği günden bu yana, teolojik gerekçelerle gerçekleştirildiği sanılan bu esrarengiz defin uygulamaları, Batı düşüncesini daima şaşırtmış, düşündürmüştür.

Bu geleneklerin, Mısır'ın anatomi ve tıp bilgisini geliştirdiği düşünülebilir. Bu bir noktaya kadar doğrudur. Mısırlılar, belki de ülkelerine hayat suyu taşıyan kanallarla paralellik kurarak bedeni bir kanallar sistemi olarak değerlendirmekteydiler. Kalbin, bu sistemin merkezi olduğu ve bedenin bütününe kan pompaladığı bilinmekteydi. Ancak sadece kanı değil, idrar, gözyaşı ve meni gibi diğer sıvıları da ilettiğine inanılıyordu. Tek tek organlar iyi biliniyordu ama işleyişleri hakkında kafa karışıklığı vardı. Mesela havanın bedene, ağız ve burnun yanı sıra kulak yoluyla da girdiğine, doğrudan kalbe ulaşarak oradan tüm vücuda yayıldığına inanılıyordu. Beynin öneminin farkında idiler ve tıpla ilgili bir papirüs, beyin hasarlarının motor işlevler üzerindeki etkilerini

4 Bir tür reçine. (ç.n.)



tanımlamaktaydı. Sol-sağ korelasyonunun farkına varılmıştı. Birçok toplumda olduğu gibi tabiî ilaçlar, bitkiler ve bunların havale, döküntü, mide bulantısı gibi özel bazı semptomlara yönelik etkilerine dair bir bilgi birikimi mevcuttu. Ancak hastalıklara ilişkin bir sınıflama, doğal olarak, mevcut değildi: Semptomlar hastalığın kendisi olarak görülüyor ve hekimin mahareti semptomlara yöneliyordu. Cerrahiye, günümüze ulaşan tıbbî papirüslerde nadiren değinilmektedir. Ama kist ve tümörlerin dağlanması işlemi yaygındı. Mumyaların önemli bir kısmında, parazit ve çiçek hastalığı gibi çok ciddi iskelet hastalıklarına rastlanmıştır. Herodot tüm ülkenin doktorlarla dolu olduğunu aktarır. Mısır tıbbına ilişkin, Mısır fiziğinden çok daha fazla bilginin günümüze ulaşmış olduğu kuşkusuzdur.

Antik Mısır'ın uygulamalı bilimi, bir başka alanda, takvim düzenlemekte kullanılan astronomi alanında kayda değer bir derinliğe ulaştı. Antik Mısır'ın son derece organize, hiyerarşik toplumu, sivil ve dinî yaşamın tanzimi için etkili bir takvime ihtiyaç duyuyordu. Böylece, Güneş, Ay ve yıldızlara ilişkin titiz bir gözlem geleneği sayesinde, insanlık tarihinin en akılcı takvimi olarak bilinen Mısır takvimi ortaya çıktı. Ancak Antik Mısır'dan günümüze gök cisimlerinin hareketleri gibi astronomik meselelere ilişkin hiçbir papirüs ulaşmamıştır ve kozmosun yapısının bir düşünsel araştırma alanı olarak görüldüğüne ilişkin bir delil de yoktur. Mısır yaşamı için en önemli senelik olay, Nil nehrinin taşması, etrafındaki araziyi sulayarak toprağın verimini artırmasıydı. Bu olayın, gökyüzünün en parlak yıldızı olan ve Mısırlıların *Sothis* olarak adlandırdıkları Sirius'un doğuşunun hemen öncesine rastlaması dikkat çekiciydi. Bu olay, üç mevsimden oluşan bir yıllık takvim için mihenk oldu. Bu üç mevsim: *Taşkın, Yayılma* ve *Hasat* mevsimleridir. Bu mevsimlerin her biri, Ayın görünümüne bağlı olarak, üç aydan oluşmakta ve bunların her biri ayrı adı taşıyan bir dinî festival içermekteydi. Yıldızlara bağlı hadiseler, elbette ay temelli bölümlemeyle uyuşmuyordu ve bu nedenle, esnek bir kullanım için, bazı artık günlerin ortaya çıkması zaruri oldu. Bu, festivallerin belirlenmesi için elverişli olan ama sivil idareciler için pek kullanışlı olmayan bir takvimdi. Bu nedenle 365 günlük doğal yıla uygun ikinci bir takvim daha tasarlandı ve bu yeni takvim, her biri otuz günden oluşan on iki aya bölündü. Kalan beş gün, her yılın sonunda düzenli olarak eklenmekteydi. Bu yeni takvim, yıldız-ay temelli eski takvimin terk edilmesi anlamına gelmemekteydi; profesyonel bir astronomlar grubunca geliştirilen bu iki sistem, eş zamanlı ola-



Mısır kozmolojisi. Gök tanrısı Nut, yeryüzü tanrısı Geb'in üzerinde bükülüyor. Bu türden tanrılar içeren bir yaradılış mitolojisi, takvim yapımında esas alınan, gök cisimlerinin hareketleri üzerine titiz gözlemlerle bir arada bulunuyordu. (M.Ö. onuncu yüzyıla ait bir papirüsten yeniden çizim)

rak kullanılmaya devam etti. Ancak doğal yılın gerçekte 365 gün değil, 365 gün 6 saat olması, resmi yılın doğal yıldan giderek uzaklaşması anlamına geliyordu ve Mısırlılar bunun farkındaydılar. Gerçekten de, iki yılın tam bir uyumla tekrar etmesi için 1460 yılın geçmesi gerektiğini hesapladılar ve buna "Sothik döngü" adını verdiler. Mısırlıların, takvim hazırlamaktaki yeteneklerinden söz edilirken, birbirleriyle çelişen bu iki ayrı sistemi ustaca kullandıkları sıklıkla zikredilir.

İlk kez Mısırlılar tarafından uygulanan ve onlardan günümüze ulaşan ikinci bir gelenek de, günün yirmi dört saate bölünmesidir. Yılın 365 güne bölünmesi doğal bir astronomik temele dayanıyordu ama günün yirmi dört saate bölünmesi tamamen keyfi bir uygulamadır. Yirmi dördü neden seçmiş oldukları tam olarak açıklanamasa da, Güneş Tanrı Ra'nın bir gemiyle ve ilâhi refakatçiler eşliğinde yeraltı dünyasına yaptığı gece yolculuğunun süresinin temel alındığına ilişkin kanıtlar vardır. Yeraltının on iki bölgeye ayrıldığına ve Tanrının her bölgede bir saat harcadığına inanılmaktaydı; saati ifade etmekte kullanılan sözcük bir yıldızın adıydı. Astronom rahipler gece boyunca birbiri ardına doğan on iki parlak yıldızı seçtiler ve her bir saat arasında geçen süreyi bu yıldızların isimleriyle adlandırarak, Güneş Tanrı'nın yeraltında gerçekleştirdiği seyahat sürecini çizelge haline getirdiler. Pratikte, tek bir yıldız değil, grup halindeki yıldızlar, daha



doğrusu yıldız kümeleri (bunlar bugünkü yıldız kümelerine denk gelmese de) kullanıldı ve bu iş için yılın farklı zamanlarında görünür hale gelen otuz altı yıldız kümesi seçildi.

Tüm bu sistem, M.Ö. 2200'den sonra yaygınlaşan ve on iki yıldız grubunun, yılın her on günlük periyodu için düzenlendiği yıldız saatlerinde tezahür etti. Günün on iki saate bölünmesi geceyle paralel yapılmakta ve gündüz saatleri, gece saatlerinin yansısı olmaktaydı. Bu saatler, gündüz ve gece sürelerinin mevsimlere göre değişmesi nedeniyle denk sürelerde değildi. M.Ö. 1500 dolaylarında, denk zaman sürelerini belirtmek üzere, suyun bir tastan yavaşça sızması esasına dayalı su saatlerinin kullanılmaya başlandığına ilişkin deliller bulunmaktadır.

Mısırlılar, güneydeki otuz altı yıldıztakımına ek olarak, kuzey yarıküresinde, dolaykutupsal (circumpolar) gökte sürekli görünür olan bir düzine yıldız daha belirlediler. Tuhaf biçimde bu yıldız kümelerinin hiçbiri bizimkilere denk düşmemektedir. Bu konudaki tek istisna, bir boğa olarak resmedilen, Büyük Ayı takımyıldızıdır. Mısırlılar, çıplak gözle fark edilebilen beş gezegeni de gözlemlediler ve bunları belli tanrılarla özdeşleştirdiler. Ama sözkonusu gezegenlerin düzensiz yörüngeleriyle ilgilenmedikleri ve bunlara hiçbir özel dini önem atfetmedikleri anlaşılmaktadır. Daha ilginç olanı, Dünyadan sonraki üç gezegen olan Mars, Jüpiter ve Satürn'ü, Horus'un görünüşleri olarak düşünmüş olmalarıdır.

M.Ö. altıncı yüzyılın siyasi hadiseleri, Mısır astronomisinde büyük çaplı bir değişim başlattı. Mısır'ın Persler tarafından fethedilmesi, bu kültürü Mezopotamya'nın bilim geleneğiyle temasa soktu. Bazı düşünürlerin, Pers İmparatorluğu'nun antik şehirlerini ziyaret ettiklerini ve yurtlarına yeni astronomik düşüncelerle döndüklerini biliyoruz. Bunlar arasında, gezegenlerle ilişkisi bulunan tanrılara yönelik yoğun bir ilgi ve astronomik etkinliklere yeni bir bağlam kazandıran kehanet astrolojisi[5] de bulunmaktaydı. On iki zodyak takımyıldızını, otuz altı güney takımıyla birleştiren bazı göksel grafikler, Greko-Romen dönemden günümüze dek ulaşmıştır ve bu dönemde, Güneşle, Ayla ve Mısırlıların önceden ilgilenmedikleri tutulma türünden olaylarla bağlantılı olan, kralların ve devletlerin kaderi hakkında kehanetler içeren astroloji metinleri yazılmaya başlanmıştır. Bu astronomi anlayışı heyecanla geliştirildi ve

5 Kehanet astrolojisi (*Juridicial Astrology*), zodyak çizelgelerine bakarak insanların ve devletlerin kaderleri hakkında yargılarda bulunma anlayışına dayanan ve Antik uygarlıklarda astrolojiye hayli popülerlik kazandıran bir faaliyettir. (ç.n.)

Mısır'ı ziyaret eden, Herodot gibi Yunan seyyahları, buradaki alamet, kehanet ve astrolojik bağıntılarla ilgili düşünceleri Mısırlıların kendi icatlarıymış gibi anlattılar. Bunların gerçek kökenlerinin Mezopotamya krallıklarında olduğunu göremediler.

Çok iyi biçimde kayıt altına alınan Mısır bilimleri olan matematik, tıp ve takvimsel astronomi, uygulamada pratiktiler ama tutucu bir karakterdeydiler. İki bin yıl boyunca, bu alanlarda hiçbir devrim ya da ufak çaplı değişim gerçekleşmediği anlaşılmaktadır. Bu geleneğin ruhu, M.Ö. üçüncü yüzyıl astronomlarından Harkhebi'nin kitabesinde şu ifadelerle dile getirilmektedir:

> *Kutsal yazılardaki bilge, gökyüzünde ve yeryüzünde görülebilecek her şeyi görür, çıplak gözle görür onları, hiçbir hatası yoktur... Gökteki her yıldız kümesini görür, her birinin gökte kalış ve yükseliş sürelerini bilir, yılın başında Sothis'in doğuşunu müjdeler... Günü ve geceyi, hatasız, saatlere böler... Gökte görünen her şeyde bilgilidir, düzenli hareketlerine, birleşmelerine saygı duyarak onları bekler...*

Harkhebi'nin etkinliğine ilişkin betimlemeler gözlem yapmak ve kayıt tutmakla sınırlıdır; doğanın, onun yasa ve gizemlerinin üstünlüğüne ilişkin bazı kanıtlar göze çarpmaktadır. Diğer yandan, kendi uygarlıklarına ilişkin yazılı kaynaklarda çok az açık işaretler bıraktıkları için, Mısır'ın kozmik mitlerinin ya da ölüm kültünün, düşüncenin daha derin bir boyutuna tekabül edip etmediğinden ve bu kutsal metinlerin gerçekte neye göndermede bulunduklarından emin olamıyoruz.

### Mezopotamya'da Bilim

Mısır, yazının, bilimin ve teknolojinin, insanlık tarihinde yeni bir evreyi başlattığı bir diğer uygarlık merkezi olan Mezopotamya'dan sadece 500 millik* bir çölle ayrılır. Asur, Babil ve Pers krallıkları tarafından, üç bin yıllık bir süre boyunca geliştirilen çivi yazısının kökenlerine ilişkin günümüze ulaşan ilk kanıt, M.Ö. 3200 dolaylarına aittir. Mezopotamya bölgesi birçok usta tanıdı ve kültür tarihi, bazıları yazılı belgeler açısından diğerlerinden daha zengin olan birçok safhadan geçti. M.Ö. 3000 ilâ 500 yılları arasında, Sümer, Akad, Babil, Asur ve Pers bilimine ilişkin yazılı kayıtlara rastlıyoruz. Bu insanların tümü de çivi yazısını kullanıyorlardı. Çivi yazısının, başlangıçta, bir keskiyle ıslak kile işlenen resim

* 500 mil: yk. 800 km



dizilerine dayandığı düşünülmektedir. Çivi yazısı sembolleri, harflere değil hecelere karşılık geliyordu ama hiyeroglif gibi, çivi yazısı da, fonetik unsurları da içerecek biçimde dönüşmeye başladı.

Bu çeşitli dönemler boyunca, bilimsel düşüncede bazı önemli değişiklikler gerçekleşti. M.Ö. 1800 dolaylarında, Babil-Asur merkezli gelenek, bir sürekliliğe ve o dönem insanlarının gurur duydukları bir kendine yeterliğe sahipti. Aşağıda, Asur kralı Asurbanipal'ın, M.Ö. 650 dolaylarına dayanan bir nutku yer almaktadır:

> *Gizli irfanlar öğrendim, katiplerin ve astrologların tüm*
> *sanatlarını,*
> *Göğün ve yerin işaretlerini yorumlayabilirim*
> *Ustalar konseyine katıldım,*
> *Değme kahinlerle, dini mevzuları tartışabilirim,*
> *Hesaplanması zor çarpımları ve denklemleri çözebilirim*
> *En girift, Sümerce ve Akadca yazıları okuyabilirim*
> *Tufan öncesinden kalma taş kitabelerin şifresini çözebilirim.*

Bu yazı, Babil biliminin içerik ve bağlamını açıkça gözler önüne sermektedir: matematiğe, astronomiye ve kehanete dayalı bir bilgelik elde etmek. Sonuncusu Babil düşüncesinin temeliydi çünkü Babilliler kozmik düzenle insan arasında bir etkileşim olduğuna ve tanrıların, geleceğe ilişkin bazı imaları, insanlar okusunlar diye doğaya yazdıklarına hararetle inanıyorlardı. İnsana, kuşların gökteki uçuşlarını gözlemleyerek, kurban edilmiş hayvanların iç organlarını inceleyerek ve yağın su içindeki hareketlerini izleyerek geleceğe ilişkin kehanetlerde bulunma yeteneği atfedilmekteydi. Bunlar, Asurbanipal'in kendileriyle eşit olduğunu iddia ettiği ustalardı ve yeteneklerini askeri seferlerin akıbetlerini öngörmekte, hastalıkların seyrini kestirmekte kullanmışlardı. Babil bilimi, saray çevresinde entelektüel bir elit oluşturan bu kahin, astronom ve hekimlerin elindeydi. Bilgelikleri, bütün işaret ve değişimlerin tasvir edilip yorumlandığı uzun ve ayrıntılı reçeteler içermekteydi. Mesela;

> *Eğer suya döktüğüm yağ, çöküp yükselir ve suyun etrafını çevrelerse, bu askeri seferin felakete uğrayacağı anlamına gelir.*

Tıbbi metinler, kafatasından ayağa kadar, vücudun bütün parçalarında görülen yüzlerce lokal semptoma ilişkin yorumlar içermekteydi (eğer sol kol/sağ kol/sol el/sağ el, gerginse, büzülmüşse, beyazlamışsa, pütürlüyse vs.). Yukarıdaki alıntının yapıldığı metinde, yağın su içerisin-

deki otuz ya da daha çok hareketi ve bunların anlamları verilmektedir.
Teşhis, hastalığın adını koymak değil, hastalığın iyileşip iyileşmeyeceği-
ni öngörmek anlamına geliyordu. Bu anlayış, bizim değişik durumlara
uygulanabilecek genel kanunlara ulaşmak yolundaki araştırmalarımıza
muhalif görünmektedir ama muhtemel dış semptomların tümünün
belirlenebilmesine yönelik bir arzuyu ifade eder. Bu aşamada hasta-
lıklara ilişkin hiçbir sınıflandırma yapılamamıştır. Bu ayrıntılı listeler,
bu formül anlayışı, suç çeşitlerinin ve bunların gerektirdiği cezala-
rın, yaşa, sosyal sınıfa, akrabalığa ya da cinsiyetlere uygun biçimde,
ayrıntılarıyla sayılıp döküldüğü, meşhur Hammurabi yasalarında da
görülür. Günümüze ulaşan hatırı sayılır miktarda yazılı metin, Babil
tıbbının bütünlüklü bir resmini çıkarmamıza imkân sağlamaktadır.
Hastalıkların, tanrıların gözünden düşmüş olmaktan ya da kötü ruhla-
rın etkisinden kaynaklandığına inanılmaktaydı. Bu inanç, hastalıkların
tedavi edilmediği ya da tedavinin, insan kabiliyetinin ötesinde maharet-
ler gerektirdiğine inanıldığı anlamına gelmemektedir. Ama hastalıkların
nedenlerine ilişkin işlevsel bir teorinin ortaya çıkmasına engel olduğu
ve tedavinin tümüyle semptomlara yönelmesine yol açtığı kesindir.
Tıpla, farklı meslek grupları, örneğin rahipler, kötü ruh kovucuları ya
da hekimler ilgilenmekteydi. Kurban edilen hayvanların karaciğerlerini
incelemek anlamına gelen *hepatoskopi* uygulaması, en önemli teşhis
vasıtasıydı. Hekimin ücretini ve hata yapması durumunda alacağı ceza-
ları tayin eden Hammurabi kanunlarından bildiğimiz kadarıyla, cerrahi
uygulamaları yaygındı.

> *Eğer bir doktor, bir adamı tedavi ederken metal bir bıçakla büyük bir yara açar ve adamın ölümüne sebebiyet verirse ya da metal bir bıçakla bir adamın urunu alırken gözünü harap ederse, elleri kesilmelidir.*

Hasta mümkün olduğunca tecrit edilmiş halde tutuluyordu, sağ-
lıklı olanlar enfeksiyondan korunsunlar diye değil ama hastalığa
sebebiyet veren kötü ruhlar diğer insanlara yayılmasın diye.

Babil kültür ve kehanet anlayışının altında yatan şey neydi? Kuşların
uçuşu, bir savaşın patlak vereceğini nasıl haber verebiliyor ya da ölü
bir koyunun organları bir kralın ölümünü önceden nasıl bildirebili-
yordu? Mısır örneğinde olduğu gibi burada da, bu türden inançların
temellerini açıklayabilmek için gereksindiğimiz felsefi içerikli metin-
ler çok azdır. Ancak bunların, tanrılar tarafından idare edilmekte
olan doğanın birlik ve düzenine duyulan inançtan kaynaklandıkları



kuşkusuzdur. İnsanî olgular alanı, kozmik düzenin bir parçasıydı ve Tanrılar, doğal süreçler vasıtasıyla, insanlığa rehber olacak işaretler gönderiyorlardı. Bu işaretler, doğadaki düzenin anlaşılabilmesi için önemliydi. Bir metinde ifade edildiği gibi: "Gök ve yer işaretler içerir. Ayrı imiş gibi görünseler de, ayrı değillerdir çünkü gök ve yer birbiriyle ilişkilidir." Kehanet kuşkusuz bizim anladığımız manada bir bilim değildi ama bir doğa felsefesiydi. Babil kültüründe, matematik ve astronomi gibi pozitif bilimlerin yüksek başarılarıyla birlikte varlığını sürdürdü. Yıldızlar "gecenin tanrıları" olarak adlandırılıyorlardı ama hareketleri yoğun bir araştırma ve kayıt faaliyetine konu ediliyordu. Bununla birlikte Pers döneminden önce Babil dini, gerçi kozmikti ama bütünüyle yıldızlara dayalı, astral bir din değildi. Güneş ve Ay tanrıla-rının yanı sıra su, fırtına, ateş vs. tanrıları da mevcuttu. Yaratılış destanı *Enuma Elis*, Tanrı Marduk'un, kaos canavarı Tiamat'ı nasıl mağlup ettiğini, vücudunu ikiye bölerek nasıl gündüz ve geceyi oluşturduğunu ve Tiamat'ın iki gözünden akan suların nasıl Dicle ve Fırat'ı meydana getirdiğini anlatır.

Babilliler, bizim 10'luk temelde kullandığımız, basamak-değer anlayışına dayalı gelişmiş bir sistem olan Sümer sayı sistemini miras aldılar. Ama 60 sayısını temel kabul ettiler. 1 rakamı, düz bir çizgiyle, 10 rakamı > işaretiyle ifade ediliyordu. Böylece; >>> II, 32 rakamını göstermekteydi. Ama semboller uygun şekilde yerleştirilmediklerinde, muazzam değer oynamaları oluyordu;

| $60^2$ | 60 | 1 | 1/60 | günümüzdeki karşılığı |
|---|---|---|---|---|
| | | >>>II | | 32 |
| | III | >> | | 180 + 20 = 200 |
| > | II | > | | 36.000 + 120 + 10 = 36.130 |
| | | | >> | 20/60 = 1/3 |

Sümerlilerin sistemi, belki sadece iki sembole dayandığı için, başlangıçta kavranması oldukça zor bir sistemmiş gibi görünür oysa ustalaşıldığında güçlü bir sistemdir. Mısır ve Yunan kültürlerinden bize ulaşan, 60 temeline dayalı uygulama, zaman ve çember açısı ölçümlerinde bugün bile kullanılmaktadır. Babillilerin, hesaplama işlemlerini kolaylaştırabilmek için çarpım tabloları, evrik değer çizelgeleri, sayıların kare ve karekökleri gösteren tablolar hazırlamış olmaları şaşırtıcı değildir. Denklemlerin çözümünde Mısırlılardan daha ileri yöntemler geliştirdiler. Öyle ki, bugün cebirde kullandığımız bazı yöntemleri, farkında olmaksızın kullanmışlardır. Ama cebirdeki işaret sistemini bilmi-

yorlardı. Bunun yerine, işlemleri adım adım yürütüyor ve problemleri çoğu kez geometrik biçimde ifade ediyorlardı:

*Bir dikdörtgenin kenarı, alanından çıkarıldığında, sonuç 870 oluyorsa, kenar uzunluğu nedir?*

*— Birin yarısını al, sonuç: $^1/_2$*
*— $^1/_2$'yi, $^1/_2$ ile çarp, sonuç: $^1/_4$*
*— $^1/_4$'ü 870'e ekle, sonuç: 870 $^1/_4$*
*— Bunun kare kökü: 29 $^1/_2$*
*— $^1/_2$'yi 29 $^1/_2$'ye ekle, sonuç: 30*
*— Karenin kenarı 30'dur.*

Biz bu problemi $x^2 - ax = b$ olarak, çözümü ise;
$x = \sqrt{(^1/_2 a)^2 + b} + {^1/_2} a$ olarak ifade ediyoruz.

Babil geometrisi, üçgenlerin alanlarıyla ve katı cisimlerin hacimleriyle de ilgilendi. Dairenin alanı $3r^2$ ile çemberin alanı ise $6r$ ile hesaplandı; π sabit sayısını bilmedikleri için iki formül de yaklaşık %5 hata vermekteydi.

Binaları Mısırlılarınkilerden (belki de bina yapımı için kaliteli taşlar bulunmaması nedeniyle) daha az ünlenmişti. Mezopotamyalılar su mühendisliğinde uzmanlaştılar. Matematik alanındaki bilgilerini, sulamada, set yapımında ve taşkınları önlemekte kullandılar. Bölgenin özgün mimarisinin ürünü olan Zigguratlar (basamaklı bir piramit türü) Mısır piramitlerinden daha küçük ölçekli ama göğe erişebilmek amacıyla inşa edildiği söylenen Babil Kulesi'ne ilişkin öykülere ilham olabilecek kadar heybetliydi. Zigguratlar tapınak olarak inşa edilmişlerdi, bununla beraber astronomik gözlemler için de kullanılmaktaydılar.

Astronomi, Babil matematiğinin, kehanetinin ve zengin ve etkileyici bir doğa felsefesinin çarpıcı bir senteziydi. Eski Babil döneminden (M.Ö.1800 dolayları) sonrasına ait bir dizi astronomik kehanet metni günümüze erişmiştir. Bunların birçoğu Venüs gezegenine ilişkindir; iyi ve kötü hasatı, salgın hastalıkları, kralın maruz kalacağı felaketleri vs. haber vermektedir. Henüz kişisel horoskoplar mevcut değildi ama bu genel kehanetler, kehanet astrolojisinin erken bir biçimini oluşturdu. Venüs gezegeni, tanrıça İştar ile özdeşleştirildi. Öngörülen etkilerin, tanrıçanın iradesinden kaynaklandığına ve gezegen doğu ufkunda görüldüğünde tanrıçanın gücünün doruğuna çıkacağına inanılmaktaydı. Böylece gezegenlerin konumları, tanrıların gücünün göstergesi oluyordu. Yıldızların, tanrısallıklar olarak değil, sadece gezegenler ola-





*Mul Apin* – Babil döneminden kalma, çiviyazısıyla yazılmış bir yıldız katalogu. M.Ö. 500 dolaylarına dayanır. Takımyıldızlarını ve başlıca yıldızları listeler.

rak insan olaylarını etkiledikleri fikri (Ortaçağ ve Rönesans Avrupasının görüşü) sonraki bir düşüncedir ve bir anlamda daha az rasyoneldir. M.Ö. 900 dolaylarında, Aya ve diğer gezegenlere ilişkin kehanetler içeren metinlerin sayısı birkaç bine ulaştı. Bu dönemde göğün henüz Zodyak şeklinde bölümlenmemiş olması, dikkate değer bir eksikliktir. M.Ö. 700 dolaylarında, parlak yıldızlarıyla birlikte otuz altı yıldız takımının doğuş ve batış tarihlerinin betimlendiği, *Mul Apin* isimli önemli bir astronomik çizelge hazırlandı. Bu takımlar, bugünkü takımyıldızlara birebir uymasalar da, birçoğu bugünkü takımyıldızlarla ilişkilidir. *Mul Apin* yıldız katalogu kuşkusuz, yıllarca süren sistematik gözlemler sonucu hazırlanmıştır ve Babil astronomisinde yeni bir olgunlaşmayı ifade eder. Zodyakın yapısı açıklanamamıştır ama yazarlar, Güneşin, üç ay boyunca yüksekte, üç ay boyunca alçakta kaldığını, iki de dönüşüm evresi geçirdiğini biliyorlardı. Ayın ve gezegenlerin rotaları, bu iki uç nokta arasında bulunmaktaydı ve Babilliler bu rotadaki Virgo, Aries, Leo ve Taurus gibi bir dizi yıldızı tanımlamışlardı. Böylece *Mul Apin*, zodyak yapımına ve bir göksel koordinat sistemine nüve oluşturmuştur.

Bu gelişmeler, Mezopotamya tarihinin, Pers hakimiyeti altında geçen dönemlerinde gerçekleştirildi. Gök on iki bölgeye ayrıldı. Gezegenlerin ve ayın, gök ekvatorunun her iki tarafında yirmi üç derecelik bir şeritte yoğunlaşan bütün etkinlikleri belirlendi. Bu gelişme neden bu kadar önemlidir? Çünkü bu sayede ilk kez, geçmiş, şimdiki ve gelecek gök konumlarının çizelgeleştirildiği rasyonel bir gök haritası ortaya çıkarılabilmiştir. Bu gelişmeye yol açan nedenler kısmen rasyonel olabilir. Sebepleri ya da sonuçları belirsiz olsa da bu gelişme, bireylerin kaderinin doğumlarında ya da diğer önemli karar dönemlerinde, gökyüzünün etkisinde kaldığı inancına dayanan, horoskopik astrolojinin ortaya çıkış tarihiyle çakışmaktadır. Gök cisimleri arasındaki güç dengesinin yorumlanmasında bazı belirleyici yöntemler gerekliydi ve göğün azimutlara ve yüksekliklere ayrılması, bu çerçeveyi sağlamıştı. Bu kehanet biçimi, daha eski ve daha üstünkörü yöntemlere zemin hazırlayan "kozmik uyum" düşüncesinin özel bir biçimi olabilir. Ama Mithracılık ve Zerdüştlük gibi bazı İran öğretilerinde yaygın olan, ruhun asıl evinin yıldızlar arasında

olduğunu, şimdi bedene bağlı olmakla birlikte yine de insanın kişiliğinin yıldızların kontrolünde bulunduğunu savunan görüşlerle ilişkisi daha belirgin gibi görünmektedir. Esas kaynakları ne olursa olsun, astrolojiye yönelik bu ilgi, Babil'den Mısır'a, Yunanistan'a, Roma'ya yayıldı ve iki bin yıllık süre boyunca başlıca entelektüel güç olarak kaldı.

Gökyüzüne ilişkin bu çizelgeleştirme faaliyetinin bizim anladığımız manada bir gök haritasıyla sonuçlanmadığını, bu çabanın tümüyle matematik bir düzlemde kaldığını belirtmek gerekir. Mezopotamya geleneği, Yunanlılarınkine denk, herhangi bir olgun Evren modeli üretemedi. Gök cisimlerinin konumlarının, küresel geometri vasıtasıyla haritalanması olayı Mezopotamyalılarca bilinmiyordu. Bunun yerine, gök cisimlerinin hızlarının, zamanla bağlantılı olarak takip edilmesine dayanan, incelikli bir yöntem kullandılar. Bu yöntemdeki ustalıklarını kullanarak Güneşin, Ayın ve gezegenlerin konumlarını, yüksek isabet oranlarıyla saptadılar. Bu çalışma, gözleme dayalı olmaktan ziyade, matematik temelliydi.

Mezopotamya ve Mısır bilimi, bazı alanlarda yüksek bir seviyeye ulaşmış olsalar da, başka düşünce alanlarındaki eksiklikleri dikkat çekicidir. Yüzyıllarca süren, titiz gökyüzü gözlemlerine rağmen, kozmosun şekline ve işleyişine ilişkin bir teori geliştirilememiş, insan vücuduna ilişkin ayrıntılı bilgiler, organların işleyişine ilişkin bir teori ya da işlevsel bir hastalık anlayışı üretememiştir; kütle ve ağırlık alanlarında gerçekleştirilen yoğun fiziksel çalışmalara rağmen herhangi bir fizik dili oluşturulamamıştır. Doğa felsefeleri, görünür dünyanın, görünmez bir paralel dünya tarafından meydana getirildiği inancına dayanıyordu. Bir dünya ki, yasaları, tanrılar alemiyle insanlar alemini, yaşamla ölümü bütünleştirmekteydi. Yani bu kültürlerin bilimleri ve dinleri tek bir düşünsel yapı olarak düzenlenmişti. On sekizinci yüzyıl ateistlerinden D'Holbach'ın ifade ettiği gibi; "insan, doğayı kavramakta yetersiz kalınca, tanrılar yaratır". Mezopotamya ve Mısır biliminin sınırlılığının bir diğer göstergesi de, gerek Mısırlıların gerek Babillilerin dünya haritalarından anlaşılabilir. Dünyaları, içinde yaşadıkları ve okyanuslarla çevrelenmiş bölgelerden ibaretti. Dünya, içinde yaşamakta oldukları topraklardan ibaretti. Ne mantık ne de deneyim, bu kavrayışı bir şekilde genişletebilmeleri için onlara bir ilham sağlayabildi. Bu kültürlerin mirası, Yunanlılarınki kadar açık ve dolaysız değildir ama ilk yazı dillerini keşfetmiş, ilk matematik sistemlerini kurmuşlardır. Bu yüzden düşünce tarihi için önemleri büyüktür.



İkinci Bölüm

# Klasik Başarılar

*Atomlardan ve boşluktan başka bir şey yoktur; gerisi varsayımdır.*
Demokritos

## İlk Fizikçiler

M.Ö. altıncı yüzyılın Ege sakinlerinin, kendi çağlarında benzeri olmayan ve Batı düşüncesinin bugüne kadarki istikametini belirleyen bir düşünsel araştırmayı hangi sebeplerle başlattıklarına ilişkin tatmin edici bir açıklama bulunamamıştır. Etik, siyaset, mantık, matematik, doğa dünyası ve bilginin yapısı, insan düşüncesine ve toplumsal yapıya sağlam düşünsel temeller kazandırma yolundaki bu süreçte, rasyonel bir araştırmanın konuları olmuşlardır. Bu düşünsel etkinliğin en göze çarpan özelliği dünyeviliğidir. Maddenin doğası, kozmosun işleyişi, dünya coğrafyası, canlı organizmaların gelişimi gibi temel sorunlar, tanrıların iradesine başvurulmaksızın, rasyonel terimlerle cevaplanmışlardır. Homeros ve Hesiodos'un şiirlerinde (M.Ö. sekizinci yüzyıl) tanrılar, doğa güçlerini kullanan ve insanoğlunun işlerine doğrudan müdahale eden varlıklar olarak betimleniyorlardı. Zamanla Yunan tanrılar panteonu bir kültten ibaret hale geldi ve düşünsel araştırmalara cevap vermekten uzaklaştı. Yunan dininin son derece sığ olması, Yunan felsefesinin gelişiminde anahtar bir rol oynamış olabilir. Tanrılarına derin bir inanç duymadıkları için, zihinleri, diğer antik medeniyetlerin haberdar olmadıkları yeni düşünce alanlarını keşfedebilmelerine imkân sağlayacak şekilde özgürleşmişti. Araştırmalarının konusu *physis* –yaygın deyişle *doğa*– idi ve böylece Yunanlılar ilk fizikçiler (physikoi) oldular. Evreni ifade etmekte kullandıkları *kozmos* sözcüğü, köken itibariyle *düzen* anlamına gelmekteydi ve bu düşünsel serüven, evrenin, rasyonel

araştırmaya elverişli, düzenli bir sistem olduğu inancına dayanmaktaydı. Yine dikkat çekici olan bir şey, bilimci-felsefecilerin kendilerinin de dünyevi insanlar olmalarıdır. Bilimin ve bilginin rahiplere özgü faaliyetler olduğu Babil ve Mısır'ın tersine, Yunan bilimcileri, sarayla ilişkileri olmayan ya da yönetici sınıf tarafından himaye görmeyen sıradan yurttaşlardı, genellikle de öğretmendiler. Mısır ve Mezopotamya'nın mutlak monarşilerinin aksine Yunan şehir devletlerinin siyasî özgürlükleri, düşünsel yaşamın şekillenmesinde önemli bir diğer etken olmuş olabilir.

Yunan bilimi ilk dönemlerde, empirik olmaktan ziyade spekülatifti ve M.Ö. 6. ve 5. yüzyıllardan itibaren, düşünce tarihinin hem ilk bilim adamları hem ilk felsefecileri olan düşünürler ortaya çıktılar: Thales, Anaximandros, Herakleitos, Demokritos, Empedokles ve Pythagoras. Bu insanların düşünceleri orijinal ve etkileyiciydi ama onlara ilişkin bilgimizin dolaylı kaynaklara dayanıyor olması, düşüncelerinin sağlıklı biçimde değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Orijinal çalışmalarının bir kısmı parçalar halinde günümüze ulaştı, bir kısmı sonraki yazarlarca nakledildi. Aristoteles, Thales'i (M.Ö. tah. 625-tah. 547) İyonya doğa felsefesinin kurucusu olarak kabul eder ama onun kaleme aldığı hiçbir esere erişememiştir. Thales, bir dizi bilimsel hikâye ya da efsaneye konu olmuştur. Bunlardan en ünlüsü M.Ö. 585 tarihindeki güneş tutulmasını tahmin ettiğine ilişkin olanıdır. Ama böyle tutulmaların rutin aralıklarla tekrar ettiğini, Thales'e bu başarıyı sağlama imkânını veren Babilliler bile bilmiyorlardı. Bu yüzden bugün bu öyküye pek itibar edilmemektedir. Diğer Yunan düşünürleri, onun Mısır'a bir seyahat gerçekleştirdiğine, oradan önemli matematik bilgileriyle döndüğüne inanırlar. Bu, kuşku götürmez bir bilgidir ama Thales'in, Mısırlılara ve Babillilere tamamen yabancı olan bir başka düşünce alanıyla, fizik dünyanın bileşimine ve maddenin doğasına ilişkin temel sorunlarla uğraştığı, daha büyük bir kesinlikle bilinmektedir. Aristoteles'in aktardığına göre Thales, suyun maddenin temel unsuru olduğuna ve tüm dünyanın suyun üzerinde yüzdüğüne inanmakta, depremleri de bununla açıklamaktaydı. Biraz tuhaf olmakla birlikte bu fikir, depremlerin, Tanrı Poseidon'un işi olduğunu söyleyen Hesiodos'un ifadelerine bir alternatiftir. Thales'in açıklaması, doğal, fiziksel bir açıklamadır ve takipçileri, Thales'in görüşlerine katılmasalar da doğanın işleyişine ilişkin fizik varsayımlar ileri sürmeye devam etmişlerdir. Anaximenes (M.Ö. 550-540 civ.) maddenin temel unsurunun hava olduğunu, bunun yoğunlaş-



maya ve seyrelmeye uğrayarak fizik dünyadaki diğer bütün maddeleri meydana getirdiğini ileri sürmekteydi. Çağdaşı Anaximandros, bu dünyanın, her şeyin sonsuzdan (*apeiron*) çıktığı ve yine ona geri döneceği, muhtemel dünyalardan sadece biri olduğunu düşünüyordu. Bunun, deneysel değil sezgisel bir teori olduğu açıktır ama maddenin doğasını oluşturan uyum ve düzeni, yaratılış mitoslarının terimlerine başvurmaksızın, dünyevi terimlerle açıklamaya çalışan bir girişimdir.

Görünür evrenin ardında yatan gerçekliğe ilişkin araştırmalar, doğanın, aşkın yasaların ve logosun alanı olduğunu düşünen Herakleitos'la (M.Ö. 500 civ.) devam etti. Herakleitos savaş ve barış, sıcak ve soğuk, yaşam ve ölüm gibi zıtlıkların uzlaşmasından söz ederken, vecizelerle dolu, Doğulu bir üslup kullanıyordu. Bazen kozmosun ebedi ateşin görünümleri olduğunu söyler ama ateşten bir evrensel unsur olarak mı yoksa sadece akışı ve dönüşümü açıklayan bir kavram olarak mı söz ettiği belirsizdir. "Dönüşüm" kavramı klasik ifadesini, bütün maddelerin gözle görülemeyecek kadar küçük parçacıklardan meydana geldiğine inanan Demokritos'un atomcu görüşlerinde bulmuştur. Bu atomların kendileri vasıfsızdır ve değişik maddelerde gözlemlediğimiz tüm nitelikler, atomların boşluktaki bileşimlerinden meydana gelmektedir; sadece ateş ya da su değil, ruh ve düşünce gibi kategoriler de atomların düzenlenişleridir. Atomlar yok edilemez; bir iç zorunlulukla, kâh hızlı kâh yavaş, sürekli hareket halindedirler ve böylece doğadaki görünümleri meydana getirirler. Bu görüşte kozmos düzeni, tanrısallık, akıl ya da amaç içermeyen katı bir determinizmin hüküm sürdüğü bir mekanizma olarak düşünülmekteydi.

Demokritos, Anaximenes ya da Thales, evrende tek bir temel unsur olduğunu iddia ediyorlardı. Ama Sicilyalı Empedokles (M.Ö. 450 civ.) onların kuramlarından, bilim tarihinin en kalıcı teorilerinden birini, dört element öğretisini formüle etmekte yararlandı. Empedokles, tüm maddî şeylerin, dört temel element olan toprak, su, hava ve ateşin, iki kozmik güç olan sevgi ve nefretin etkisiyle, değişik oranlarda biraraya gelmelerinden oluştuğunu düşünmekteydi. Olmuş, olan ve olacak olan her şey, ağaçlar, erkekler, kadınlar, hayvanlar, kuşlar, balıklar ve hatta uzun ömürlü tanrılar, bu dört elementten meydana gelmişlerdi. Gelişme, çürüme, dahası tüm değişim süreçleri, bu unsurların sözkonusu iki dış gücün idaresi altında yeniden düzenlenmelerinden başka bir şey değildi.

Bu erken dönem fizikçilerin düşüncelerinde, zorunluluk, akış, ateş ya da çatışma gibi dünyevi kavramların temel bir rol oynadığı açıktır.



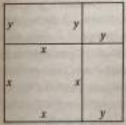

Bir onbeşinci yüzyıl el yazmasında, Pythagoras müziğin matematiğini keşfediyor. Efsane, Pythagoras'ın, demirci çekiçlerinin çıkardığı seslerdeki düzenli perde aralıklarını fark ettiğini ve daha sonra ziller, telli çalgılar ve flütlerle yaptığı araştırmalarla bunu doğruladığını anlatır.

Çünkü maddenin öğelerini analiz ederken felsefeci, çevresinde olup biten tüm değişim, gelişim ve dönüşümü hesaba katmak zorunda kalmıştır. Bu yaratıcı ya da düzenleyici güçler, dinî prensiplerden, sadece kişileştirilmemiş olmalarıyla farklılaşıyor görünmektedirler. Samoslu Pythagoras'ın (M.Ö. tah. 560-tah. 480) düşüncesinde, bu yarı dinî ilkeler daha açık hale gelmişlerdir. Pythagoras, katı kurallarca idare edilen ve doğanın sırlarına matematik vasıtasıyla nüfuz etmeyi amaçlayan, dinî bakımdan iyi organize olmuş bir birlik kurdu. Pythagoras, gençliğinde hem Mısır'ı hem Babil'i ziyaret etti, onların matematik geleneklerini özümsedi ve bugün kendi adıyla anılan bağıntıyı da (Bir dik üçgenin hipotenüsünün karesi, üçgenin diğer iki kenarının karelerinin toplamına eşittir) oradan öğrendiği kuşkusuzdur. Çünkü o döneme ve öncesine ait çiviyazısı metinlerde bu bağıntının mevcudiyeti açıkça görülmektedir. Pythagoras ve müritleri, kenarları 3, 4 ve 5 santim, kenar uzunluklarının kareleri 9, 16 ve 25 santim olan bir üçgenin simetrisine kendilerini kaptırmışlardı; ancak, kısa kenarların 4 ve 5 olması durumunda, hipotenüsün bir tam sayı değil de (günümüzdeki değeriyle) 6.4031242 olması onları çok rahatsız etmekteydi.



Bu mutsuzluğun nedeni, matematikteki oranı, ölçüyü ve dengeyi açığa çıkarmaya yönelik tutkulu araştırma istekleriydi ve bu tutku onları zamanla bir sayı mistisizmine vardırmıştı. Bu geleneğin mensupları, Pythagoras üçlüleri, rakamların geometrik şekillerle ifadesi (örneğin 10 rakamını, bir eşkenar üçgen oluşturacak biçimde dizilmiş on nokta olarak göstermekteydiler) ya da tam bölenlerinin toplamına eşit olan mutlak sayılar (mesela 28 sayısı; tam bölenleri olan 1, 2, 4, 7 ve 14'ün toplamıdır) türünden keşiflerden zevk duyuyorlardı. Kullandıkları işaret sisteminin yetersizliği, Yunan matematiği için kuşkusuz bir handikap oluşturmaktaydı ve bu durum, Yunanlıları, cebir problemlerini geometrik biçimde ifade etmek mecburiyetinde bırakmıştı. Mesela; karelerle ilgili denklemleri geometrik şekilde ifade etmekteydiler:






$$(x + y)^2 = x^2 + 2\,xy + y^2$$

Fizik dünyadaki sayısal oranlar meselesine özellikle önem veriyorlardı. Mesela; en güzel müzikal uyumların, sesleri çıkaran tellerin uzunluklarının doğru şekilde düzenlenmiş olmasına bağlı olduğunu bulmuşlardı. Bu uyum (harmonia) araştırmasını, temel bir şablona uygun biçimde hareket ettiklerine inanılan gök cisimlerinin devirlerini ve bu cisimlerin dünyadan uzaklıklarını da kapsayacak şekilde genişletmişlerdi ama gezegenlerin devir ya da uzaklıklarıyla müzikal intervaller arasındaki uyumun, kavranması zor bir amacı ifade ettiğine ve kâinattaki müziğin insan kulağınca asla duyulamayacağına inanmaktaydılar.

Pythagorasçılar, belli sayı kanunları izlendiğinde aynı uyumlar ve aynı geometrik şekiller üretilebildiğine göre, sayıların, doğanın kalbinde yatan düzeni ifade ediyor olabileceğini düşünmekteydiler. Pythagorasçıların etkinlikleri pratik anlamda büyük bir yekun tutmasa da Pythagorasçı okul, Pythagoras'ın ölümünden sonra uzun yıllar yaşadı ve matematiğe hatta astronomiye yönelik kuvvetli bir ilgi uyandırdı. En etkileyici öğretileri, gök kürelerinin mükemmel dairesel hareketler yaptıkları inancıydı. Daire, doğada bilinen en temel ve

mükemmel şekildi. Bu ilke, küresel dünyanın, küresel bir kozmosta, küresel hareketler yaptığı inancına dayalı klasik evren modelinde giderek girift bir hal almıştır.

## Platon ve Aristoteles

Pythagorasçı okul, fizik evrende mevcut olduğuna inanılan düzen ve uyumun açığa çıkarılması yolundaki bilimsel itici gücün bir örneğiydi. Ama Yunan bilimi ve felsefesi en bütünlüklü ifadesine, etkisi sadece Hıristiyanlığın biçimlenmesiyle sınırlı kalmayıp iki bin yıldan uzun bir süre devam eden, tarihin en büyük düşünürlerinden birinin, Platon'un (M.Ö. 427-347) düşüncelerinde erişti. Ama Platon'un, bilim tarihindeki yerleşik konumu tartışmaya açıktır. Platon'un düşünceleri, gerçekliğe ve bizim ona ilişkin bilgimize odaklanmıştı. Platon, ilk fizikçilerin materyalizminin etkisiyle, doğanın her yerinde bir plan ve amaçlılık bulunduğuna ikna oldu. Bu düşünceyi, meşhur idealar öğretisiyle ifade etti: Evrendeki, maddi olsun olmasın her şey, doğa dünyasının gerisinde yatan meydana getirici güç tarafından tasarlanmış ideaların (formların) kopyalarıdırlar. İnsan zihni ya da ruhu, zamanın başlangıcında bu ideaların bilgisiyle donatıldığı için, Platon, insanın güzellik, cesaret, adalet ya da sevgi ideaları karşısındaki konumunu açıklayabilmiştir. Duyulur dünyanın bilgisi kusurlu, değişken ve aldatıcıyken, idealar sonsuz, mutlak, değişmez ve ancak düşünceyle erişilebilen varlıklardır. Böyle bir doğa görüşü, doğadaki farklı görünümlerin incelenmeye değer olmadıkları ve bunların, gerçekliğin sadece gölgesi oldukları düşüncesine dayandığı için, potansiyel olarak bilim karşıtıdır. Bu görüş, Platon'un, doğal dünyanın araştırılmasına hasrettiği tek yapıt olan, kozmostaki ve organik dünyadaki düzen temasının ayrıntılandırıldığı *Timaeus*'ta biraz yumuşatılmıştır.

*Timaeus*'ta sunulan kozmos düzeni, Hıristiyan düşüncesinde olduğu gibi yoktan değil, Platon'un *Demiurgos*, yani el işçisi (ya da zanaatkâr) olarak adlandırdığı bir tanrı tarafından, ezeli ama biçimsiz kaostan meydana getirilmiştir. Yapıtta Demiurgos'un kendisine ilişkin pek az bilgi verilmekte ama en temel ve mükemmel geometrik şekil olan küre biçimindeki evreni inşa ederken gözettiği plandan ayrıntılarıyla söz edilmektedir. Platon, dünyanın tam ortasında bulunduğu, ortak merkezli küreler sistemini ortaya koyan ilk düşünürlerden biridir. Platon'a göre tüm hareket akıl tarafından sürdürülür ve düzenli hareket, den-



geli ve bilge bir aklın varlığının ispatıdır. Bu görüşte küresel hareket, dış bir nedenden değil, evren ruhunun kendi yapısından doğar. Evren aslında canlı bir varlıktır. Maddenin özgün yapısına gelince, Platon Empedokles'in dört element -toprak, su, hava, ateş- öğretisini kabul etmekteydi ama bu elementlerin, beş katı geometrik şekilden (küp, piramit, sekiz yüzlü, on iki yüzlü ve yirmi yüzlü) meydana geldiklerini söyleyerek, onları daha öte geometrik formlara indirgedi. Böylece Pythagoras için olduğu gibi, Platon için de, gerçeklik, temelde matematiksel yapıdaydı ve matematik çalışmaları, bilginin en yüksek formuna eriştiren yoldu (ama Akademi'nin kapısına, "Matematik bilmeyen buraya giremez" yazdığına ilişkin meşhur hikâye, köklerini M.S. 6. yüzyıldan öteye götüremediğimiz bir efsanedir). Platon'a göre insan, bedende ikamet etmekte olan tanrısal bir ruhtur, ama beden de tıpkı kozmos gibi, aklın ve zorunluluğun ikili yasasına göre düzenlenmiştir. Kalp, duygu ve isteklerin, beyin ise aklın mekânı olarak kabul edilir. Kan, bedeni beslemenin yanı sıra, yaşam gücü olan *pneuma*'yı tüm bedene taşımak görevini de yerine getirmektedir. Fiziksel sağlık, bedeni oluşturan dört elementin dengesine bağlıdır. Hastalıklar da böylece bu dört elementin dengesizliği sonucu ortaya çıkar; bu görüş iki bin yıldan uzun bir süre temel bir kuram olarak kalmıştır.

*Timaeus*, uzun bir süre boyunca, Platon'un diğer eserlerine nazaran daha karanlık ve problemli bir eser olarak kabul edildi. Çünkü eserde birçok önemli doğa süreci muğlak ifadelerle verilmektedir ve Platon'un mecazla mı yoksa kelimenin hakiki anlamıyla mı konuştuğundan emin olamadığımız birçok bölüm vardır; Demiurgos'un yapısı ya da tüm maddenin kendilerinden oluştuğu geometrik atomların gerçekliği, bu konulardan birkaçıdır. İdealar öğretisinin özü, doğanın, daha yüksek bir gerçekliğin sadece bir gölgesi ya da yansıması olduğu düşüncesidir. Platon, ideal formlar için, görünür olana paralel bir evren bulunduğunu ve filozofun, akli çabalarla bu aşkın alanı zihnen kavraması gerektiğini anlatırken, neredeyse mistik bir tonda konuşmaktadır. Böyle bir öğreti, doğadaki süreçlerin empirik olarak incelenmesini kaçınılmaz şekilde engelleyecekti. Bu nedenle Platon'un bıraktığı miras, bilim açısından olumsuz olarak değerlendirilebilir. Ama amaca yaptığı vurguyla ve rasyonel evren tasarımıyla, Batı düşüncesinde temel bir yeri olduğu kuşku götürmezdir.

Platon'un öğrencisi olduğu halde Aristoteles (M.Ö. 384-322), hocasının metafizik prensiplerini reddederek, günümüze dek ulaşan ve yerine bir şey konulamayan bilimsel bir dil kurmuş, doğaya yönelik

realist bir yaklaşım geliştirmiştir. Formlar öğretisi Aristoteles'e cazip gelmedi ve gerçekliğin soyut ilk örneklerde (abstract prototype) değil tikellerde yanında ısrar etti. Madde ve nitelikleri, ayrı biçimde analiz edilebilseler de -bu tamamen epistemolojik bir süreçtir-; doğa dünyasında nitelikler her zaman, bir şeyin nitelikleridir. Salt, niteliksiz form kavramı düşüncenin bir yanılgısıdır ve duyu deneyimi bilginin yegâne temelidir. Aristoteles, Platon'un, evrenin düzenli olduğuna ilişkin düşüncesini paylaşmaktaydı. Ama bu düşünceyi, düzenleyici bir Tanrıya değil, canlı olsun cansız olsun her şeyin, davranışlarını açıklayan bir bireyselliğe sahip olduğu varsayımına dayandırmaktaydı. Böylece, tohumda ağaç haline gelme, yani potansiyel formdan aktüel forma geçme özelliği bulunmaktadır. Bu prensip, fiziğe ilişkin ilk sistematik yaklaşımdı ve Aristoteles tarafından cansızlar dünyasına da uygulanmaktaydı; böylece ağır bir cisim, doğal yeri olan evrenin merkezine düşmekteydi. Bu düşünce, dört element öğretisinin Aristotelesçi biçimiyle ilişkilendirilmediği sürece anlamsız görünebilir. Bu düşünceye göre, her saf, karışmamış element doğal bir yere sahiptir, evrenin merkezi olan dünya suyla çevrelenmiştir, onun üzerinde iki uçucu element olan hava ve ateş bulunur. Ancak doğada elementler birbirlerine karışmış halde oldukları için sözkonusu elementler ideal formlarında ve birbirlerinden ayrı biçimde bulunamazlar. Ama doğadaki bu durum, elementlerin, tüm doğal süreçleri meydana getirecek şekilde, kendi gerçek yerlerini bulma çabalarıdır. Platon'un, maddeyi geometrik formlara indirgeyen düşüncesini reddeden Aristoteles, her bir elementin, sıcak-soğuk, ıslak-kuru gibi temel niteliklerden meydana geldiğini ileri sürmüştür. Aristoteles'in, elementleri ve nitelikleri gösteren dörtlü tablosu, sonraları Ortaçağ biliminin en gözde modellerinden biri olmuştur. Dünyanın doğasına ilişkin tüm bu teoriler nicel analizler sonucu değil, kendiliğinden açık olduğu varsayılan ilk prensiplerden, sistematik akıl yürütme ve mantık çıkarımları sonucu elde edilmişlerdi. Öyle ki, son derece belirgin hüviyetlere sahip olan ateş ve su, sıcak ve soğuk, derin karşıtlık arz eden nitelikler olarak doğanın temel yapı taşları kabul edilmişlerdir.

Aristoteles fiziğinin, düşünce tarihindeki etkileri en uzun soluklu olan alt alanı kozmolojidir. Gök cisimlerinin, üzerinde hareket ettikleri, ortak merkezli bir küreler dizisi biçimindeki kozmos modeli, Yunan düşünürlerince genel kabul gördü. Henüz herhangi bir yerçekimi ya da süredurum (atalet) teorisi mevcut olmadığı için, kozmosun yapısal unsurlarının, ince ama kesinlikle mekanik bir bağlantı içinde



olduklarına inanılmaktaydı. Mesela; Ay çekimi esnasında, Dünyanın gölgesi Ayın yüzeyine düştüğü için, dünyanın küre biçiminde olduğu yaygın biçimde biliniyordu; tutulmalara ilişkin geometri (geometry of eclipses), Aristoteles'ten önce bile biliniyordu ve dahası Empedokles gibi düşünürler, Ayın, Güneş ışığını yansıttığı için parladığının farkındaydılar. Gök cisimlerinin hareketlerine ilişkin belki en büyük sorun, çifte hareketi izah etmekteki güçlüktü. Yani, gök cisimlerinin günlük hareketiyle Güneşin, Ayın ve gezegenlerin konumlarındaki, haftalar ya da aylar içinde gerçekleşen hafif değişikliklerin nasıl izah edileceği sorunuydu. Bu sorun Cniduslu Eudoxus (M.Ö. tah. 400-347) tarafından ustalıkla çözüme kavuşturuldu. Eudoxus, gezegen kürelerinin yörüngelerinin, birbiri içine geçmiş ve eksenleri değişik açılarda eğilim gösteren iki (bazen üç) ortak merkezli kürenin devirleri olarak açıklanabileceğini ileri sürdü. İkinci (ya da üçüncü) küre sınırlı ölçüdeki konum değişimlerini açıklarken, ilk küre, gezegenin bir günlük devrini açıklamaktaydı. Bu teori, özellikle, ikincil hareketin bazen birincil hareketi tamamladığını, bazen de ona zıt biçimde hareket ettiğini göstererek, gezegenlerin geriye doğru hareketlerine de açıklık getirmiş oluyordu. Aslında Eudoxus'un hesaplamaları, bu birleşik hareketin, çember biçiminde bir hareket olmadığını, sekiz rakamı çizecek biçimde bir hareket olduğunu göstermekteydi. Bunun kuramsal ve geometrik bir model olduğu belirtilmelidir ve bu sistemi ayakta tutan fiziksel mekanizmanın ne olduğunu belirlemek için bir girişimde bulunulmamıştır. Yine de, birbirine bağlı ortak merkezli küreler alanı olarak kozmos düşüncesi, sonraki iki bin yıl boyunca kozmolojik düşüncenin temeli olmuştur.

Aristoteles, Eudoxusçu modeli benimsedi ve onu çalışan bir fizik sistem haline getirdi. Önce tüm kozmosu iki alana ayırdı; aşağı alem, dünyamızdan başlayıp, Ayı taşımakta olan küresel kabuğa (spherical shell) kadarki gökyüzünü kapsamaktadır. Değişimin ve ölümlülüğün egemen olduğu bu alan, dört elementten ve bu elementlerin maddi merkeze doğru çizgisel yaklaşma ve uzaklaşma hareketlerinden oluşmaktaydı. Yukarı alem, Güneşi, Ayı ve gezegenleri içermektedir; değişmezdir; en dıştaki göğün ne düzeninde ne de bir parçasında herhangi bir değişim olur. Bu değişmezlik, Aristoteles'i, yukarı alemde geçerli olan fizik yasaların, Dünyada geçerli olanlardan daha mükemmel ve tam olduğu sonucuna vardırdı; yukarı alem beşinci bir elementten, saf ve değişmez *esirden* oluşmaktaydı ve bu alemdeki hareket, çizgisel değil daireseldi. Bu kozmosun bir diğer önemli özelliği de sürekliliğidir. "Boş uzay" kavramı antik bilime tamamen yabancıydı. Cisimlerin

birbirlerini, belli bir uzaklıktan hareket ettiriyor oldukları düşüncesi imkânsız görünüyordu. Bu nedenle Aristoteles fiziği, tüm hareketli cisimlerin, sürekli bir hareket ettiriciye ihtiyaç duymakta oldukları düşüncesine dayanmaktaydı. Bir nesne havaya fırlatıldığında onu havada tutan şey moment ya da süredurum değil, tükendiğinde nesnenin düşmesine yol açan atmosferdeki maddî çevrintiydi (vorteks). Bu fizik yasaları ışığında Aristoteles, gök kürelerinin katı ama saydam maddeler oldukları ve biri diğerine karşıt, karmaşık hareket içerisinde bulundukları bir kozmos betimledi. Bu nedenle, büyük kürelerin hareketlerini dengeleyecek küçük, aracı küreler ileri sürmeyi zorunlu gördü. Yedi gezegenin ve yıldızların, iç içe geçmiş elli beş küre üzerinde hareket ettikleri bir gök düzeneği tasarladı.

Aristoteles'in karşılaştığı esas sorun, Güneşi, yıldızları ve gezegenleri harekete geçiren gücü tanımlamaktı. Onu *İlk Hareket Ettirici* olarak adlandırdı. Bu gücü, kişileştirilmiş bir tanrıdan başka bir şekilde tasavvur etmek imkânsız görünmektedir. Çünkü hareket ettirici gök küreleriyle doğrudan bir temas içinde değildir. Onları, kendisinden çıkan aşkın bir güçle yönlendirmekte ve onlarla bu şekilde etkileşmektedir. Bu teori, İlk Hareket Ettirici'yi Tanrı ile özdeşleştiren Hıristiyan ilâhiyatçılarına ilham vermiştir. Yine de burada bazı sorunlar vardır çünkü Aristoteles tüm evren için tek bir Tanrı değil, her gök küresi için ayrı bir hareket ettirici güç önermiş ve evrenin bir başlangıcı olamayacağını, çünkü hiçliğin hiçbir şey meydana getiremeyeceğini açık biçimde ifade etmiştir. Ortaçağ düşüncesinde, gök kürelerini hareket ettiren bu ayrı ayrı güçler, meleklere dönüşmüştür.

Aristoteles kozmolojisi, Batı düşüncesine, yaklaşık iki bin yıl boyunca egemen olan, son derece önemli bir alandır. Ancak Aristoteles bir başka alanda, biyoloji alanında da, rakipsiz orijinalliğiyle çağının çok ötesine geçmiş ve fakat düşüncesinin bu boyutu, uzun süre ihmal edilmiştir. Yüzlerce hayvan türü üzerinde, ilk elden ayrıntılı incelemeler yapmış, sıcakkanlı-soğukkanlı, doğuran-yumurtlayan, omurgalı-omurgasız gibi başlıca sınıflamaları ilk kez kullanmıştır. Canlı formlarının çeşitliliğine ilişkin bir açıklama sunamamış olsa da, bunların birbirleriyle ilişkilerini ve bazılarının diğerlerinden daha yüksek formlar olduklarını fark etmiş, tüm canlıların bir canlılık prensibi ya da ruh (soul) taşıdıklarına inanmış, canlı ruhlardan hayvan ruhlarına, oradan da insan ruhuna yükselen bir sınıflama önermiştir. Bu vitalizm, yaşamın mekanist bir analize elverişli olduğunu savunan Demokritos'un atomculuğuyla doğrudan karşıtlık içindedir ve Aristoteles'in bu konu-



daki görüşleri, yaşamın birbiriyle ilişkili aşamalardan oluştuğunu savunan Yeni Platoncu görüşe de son derece uygundur. Öyle ki, sonraları orta çağlarda, çeşitli doğa basamakları çizelgeleri, dört element çizelgeleri gibi, Ortaçağ biliminin tanıdık öğretim modellerinden biri haline gelmiştir. Aristoteles'e göre, ruh ya da canlılık prensibi, potansiyel durumdaki maddî bedene biçim ya da aktüellik kazandırmaktaydı. Aristoteles, insan fizyolojisi konusunda, erkeğin, menisinde biçimi ya da ruhu taşıdığını, kadının ise âdet kanı (menstrual blood) vasıtasıyla yaşamın maddî temellerini sağladığını düşünmekteydi. Kesilmiş insan bedenleri üzerinde incelemeler yapmamış olsa da birçok hayvan bedeni üzerinde çalıştı ve hayvan bedenleriyle insan bedeni arasında benzerlikler kurarak dersler verdi. Mesela; embriyoloji çalışmaları kapsamında, kalp atışını canlılığın ilk işareti olarak gördü ve kalpten yayılan kan damarlarını gözlemledi. Bu gözlemlerinden yola çıkarak, kalbin, yaşamaya ilk başlayan ve en son ölen organ olduğu sonucuna vardı. Kalbin, canlılardaki sistemin merkezinde bulunduğunu, organik işlevinin kanı üretmek olduğunu düşündü. Sinir sisteminin varlığı dikkatinden kaçmıştı ve beynin, akciğerlerden sonra ikincil bir serinletici (cooling) olduğunu düşünmekteydi.

Aristoteles, yaşam bilimleri alanında, kozmolojisinde yaptığı gibi nihai ve kontrol edici bir güç tanımlamamıştır. Canlı formlarının çeşitlenmesinde ya da bedende açıkça görülen tasarımda hangi prensibin işlediğini açıklamadı. Form ya da ruhun (soul), canlı varlıkların tamamında, bedenin parçalarının her birinin yapısını ve işlevini belirlediğini düşünmüş ama Platoncu düşüncedeki Demiurgos örneğine benzer şekilde, Tanrısal ya da metafizik bir gücün doğaya dışarıdan, doğrudan müdahale ettiğini söylememiştir. Sistematik bir doğa felsefecisi olarak Aristoteles, fizikte ve biyolojide iki bin yıl boyunca otorite olarak kalmasını sağlayan bir öğretiler bütünü oluşturmuştur ve bu yönüyle antik dünyada eşi olmayan bir düşünürdür. Platon metafiziğini, azimli bir realist olarak reddetmiş, doğal formları ve güçleri, yeniden temel bir inceleme alanı haline getirmiştir. Sık sık *a priori* varsayımlarla hareket etmiş ama daima ölçümler yapmayı ve rasyonel tanımlamalarda bulunmayı amaçlamıştır. Teorilerinin çoğu, zamanla, kaçınılmaz biçimde terk edildi ama fiziği ve biyolojiyi, analitik araştırma konuları haline getiren odur. Temel kavramlar içeren yeni bir dil geliştirdi: *Enerji, potansiyel, nicelik, öz, nedensellik, kategori* ve *töz* gibi sözcükleri ona borçluyuz ve onun bilim ve felsefe arasına çizdiği sınıra bugün hâlâ sadığız.

Platon'un ve Aristoteles'in etkisi, Atina'da kurdukları ve ölümlerinden sonraki yaklaşık iki yüzyıl boyunca mevcudiyetlerini sürdüren okullar vasıtasıyla yayıldı ama farklı felsefi ve bilimsel yaklaşımlara sahip okullar da vardı. Bunlardan en meşhuru, Aristoteles'inkinden biraz daha önce kurulmuş olan ve daima Hipokrat'ın adıyla anılan, Kos adasındaki tıp okuluydu. Hipokrat (M.Ö. tah. 460-370) klasik tarihin en esrarengiz isimlerinden biridir. Fiili varlığı, eleştirel ve dünyevi tıbbın başlangıcını oluşturan altmış küsur makalede rastladığımız bir isimden başka bir şey değildir; sözkonusu makaleleri Hipokrat adında bir adamın yazıp yazmadığı belirsizdir. Geleneksel Yunan tıbbı, *İlyada*'da adı geçen, tarihi figür Asclepius kültü etrafında odaklanmıştı. Bu tarihi figür zamanla tanrılaşmış, M.Ö. altıncı yüzyılda sağlık tanrısı olarak kendisine tapınılmıştır. Hastaları rüyalarında ziyaret ederek iyileştirmesiyle meşhurdu ve ismine adanmış tapınaklarda hekimler tıbbın, büyük ölçüde büyüye dayalı bir biçimini uyguluyorlardı. Asclepius'un, değneğe dolanmış yılan şeklindeki sembolü, zehiri etkisiz kılmakta kullanılan, olumlu anlamdaki büyü pratiklerini akla getirmektedir. Hipokratçı yazılar, İyon lehçesiyle kaleme alınmış ilk yazılı tıp metinleriydi. Bu nedenle İyon lehçesi Yunan tıp biliminin dili oldu. Bu yazılarda tedavi uygulamaları, büyüler ya da folklorik öğeler olmaktan çıkarılmış, hastalıkların, tanrılarla ilişkili olduklarına yönelik inanç ortadan kaldırılmış; yerine, hastalığı beden sistemlerinde görülen bozukluklarla açıklayan bir hastalık kuramı geliştirilmiştir. Mesela; halk arasında kutsal hastalık olarak kabul edilen epilepsi de dahil olmak üzere, bilinen bütün hastalıkları içeren bir sınıflama geliştirilmişti. Hipokratçı yazar, sözkonusu hastalığın kutsal olarak kabul edilmesini şu sözlerle eleştirmekteydi:

> *Bu hastalıkları kutsal kabul edenler, bizim bugün cadı doktor, üfürükçü, düzenbaz ve şarlatan olarak adlandırdığımız türden insanlardır... Uygun tedaviler geliştirmekteki beceriksizliklerini tanrısal unsurları yardıma çağırmak suretiyle gizlemeye çalıştılar ve hastalığın doğasına ilişkin cehaletlerini örtbas etmek için, onu kutsal olarak adlandırdılar.*

Hipokratçı düşüncede, hastalığın ardında yatan nedenler, bedeni meydana getiren; kan, balgam, sarı öd ve kara öd isimli dört sıvıdaki (dört hılt) ve mizaçtaki dengesizliklere dayandırılmaktaydı. Bu öğreti, kökenleri belirsiz olmakla birlikte, bilimsel düşünce için kuvvetli bir



dayanak oluşturmuştur. Dört element, mevsimlerle ya da semavî tanrısallıklarla karmaşık ilişkiler içine girmiştir. Ama Hipokratçı yaklaşım, sözkonusu genel teoriyi, bedenin hastaya ve hastalığa ilişkin bütünlüklü bir resme ulaşmak amacıyla tepeden tırnağa incelenmesinden ve semptomlara yönelik kapsamlı ve kesin bir araştırmadan daha az önemli görmekteydi. Yaraların ve urların, cerrahî müdahale ya da dağlama gerektirdiğine inanılmaktaydı ve tedavi büyük ölçüde perhize ve bitkisel tedaviye dayalıydı: "İlacın derman olamadığına bıçak derman olur; bıçağın derman olamadığına ateş derman olur; onun da derman olamadığı hastalık dermansızdır." Doğal anestezilerde afyon, adamotu ve kuşkusuz şarap kullanacak kadar merhametliydiler. Belki şaşırtıcı gelecek ama Hipokratçı okulun anatomi ve fizyoloji bilgisi pek kıttı ve sistematik de değildi; damarlar ve arterler arasındaki fark bilinmemekte, sinir sistemi bağ dokularla karıştırılmaktaydı. Bildiğimiz kadarıyla, insan bedenine ilişkin kadavra çalışmaları yapılmamakta, hayvan cesetleri üzerinde yapılan çalışmalar insan bedenine uyarlandığında birçok hata meydana gelmekteydi. Yine de, büyünün ve şarlatanlığın yaygın olduğu bir coğrafyada Hipokratçı pratisyenlerin edindikleri yüksek meslekî standartlar, bu okula kalıcı bir değer yüklemektedir. Bununla birlikte meşhur Hipokrat yemini, tartışmalı bir tarihî meseledir çünkü Hipokratçı metinlerde geçen bazı düşüncelerle çeliştiği görülmektedir. Mesela sözkonusu metinlerde tekniği açıkça tartışılan bir uygulama olan çocuk düşürme konusundaki düşünceleri, yeminin özüyle uyuşmaz. Yeminin bugünkü biçiminin, uzun bir süreç içerisinde geliştirilmiş olması muhtemeldir ve bu durum, sözkonusu çelişkileri açıklamaktadır. Hipokratçı tıbbın getirdiği başlıca yenilik, kuşkusuz, bedenin doğanın bir parçası olan, organik bir bütünlük olduğu düşüncesidir. Bu keşif Yunan medeniyetinde bilimin dünyevileşmesi sürecinin devamıdır.

## Helenistik Bilim

Büyük İskender'in fetihleriyle başlayan kültürel etkileşim dönemi, Yunan düşüncesini, Antik Yakındoğu kültürlerine taşıdı. Böylece Yunan düşüncesi, Mısır, Pers ve Hindistan düşüncesiyle etkileşime girdi. Atina, antik dünyanın düşünce merkezi olmaktan çıktı. Büyük kütüphanesi ve müzesiyle (sanatların ve bilimlerin tanrıçaları *Musa*lara adanmış bir tür araştırma merkezi) İskenderiye, M.Ö. 300 yılından M.S. üçün-

cii yüzyıla dek Helenistik bilimin araştırmalarının odağı oldu. Felsefe ve bilim, bu gelişmelerle eşzamanlı olarak, birbirlerinden ayrılmaya başladı. Aristoteles'ten sonra felsefe yaşama sanatı haline geldi ve etik, felsefenin odağı oldu. Bilimin uğraş alanı, matematikteki, biyolojideki, astronomideki ve mekanikteki uzmanlaşmayla birlikte daha belirgin bir hal aldı. Bilime yönelik felsefi tutum, Epikür'ün şu veciz sözlerinde özetlenmekteydi: "Bilimin tek amacı dinginliktir... semavi şeylere ve ölüme ilişkin korkularca rahatsız edilmemek için... doğa bilimlerinden öte bir şeye ihtiyacımız yoktur." Platon ve Aristoteles, evrenin, temelde matematiksel bir yapıda olduğu konusunda hiçbir görüş ayrılığı sergilememişlerdi. Tarihin en meşhur matematikçisi Öklid, bu tartışmayı ilerletecek sağlam felsefi terimler üretemedi ama matematik dilini kristalleştirdi. Hipokrat gibi Öklid de, bir isimden, nasıl bir kişiliğe sahip olduğunu bilemediğimiz bir otoriteden başka bir şey değildir. M.Ö. 300 dolaylarında, İskenderiye'de dersler verdiği sanılmaktadır. *Elementler* isimli yapıtı, Batı dünyasının, okullarda en uzun süre okutulan ve üzerinde en çok araştırmalar yapılan dünyevi kitabı olmuş, matematik eğitimini iki bin yıldan uzun bir süre yönlendirmiştir. Eser, temelde düzlem ve katı cisimler geometrisine hasredilmiş olsa da, Öklid'in çalışmaları, mantıksal düşüncenin bir örneği olarak görülen klasik tanımlamalar, ispat ve kanıt temelli teorem ve sorunlar da içermekteydi. Noktalardan, doğrulardan, açılardan ve dairelerden oluşan Öklidci uzay, sınırsız ama homojendir. Küpün iki katının alınması (tad'îf-i mezbah) ya da dairenin kareleştirilmesi (terbî'i daire) gibi klasik problemlerin çözümsüzlüğünü kanıtlamış; astronomi, optik, mekanik ve mühendislik gibi alanlarda uygulanabilecek bir matematik dili ve yöntemi geliştirmiştir.

Archimedes (M.Ö. tah. 287-212), balistik aletler, su pervaneleri, karmaşık makineler, güneş sisteminin ve gök kürelerinin işleyen modellerini inşa eden bir mekanik mühendisiydi. Kuşkulu olmakla birlikte, Güneş ışığını yansıtıp denizdeki gemileri yakacak güçte dev bir içbükey ayna inşa ettiği de söylenir. Ama tamamen teorik içerikli olan yazılarında, bu türden pratik başarılara değinilmemektedir. Suya daldırılan katı bir cismin, taşırdığı suyun ağırlığınca hafifleyeceği düşüncesine dayanan Archimedes prensibiyle işleyen hidrostatik çalışmaları, bu konuda bir istisnadır. Herhangi bir kürenin hacmi, içinde yer aldığı silindirin hacminin üçte ikisi olduğunda, kürenin yüzey alanının, en geniş çemberinin dört katı olacağını hesaplamıştır. Bu keşiflerden duyduğu gurur, mezarının üzerine bir küre ve bir silindir oyulmasını vasiyet etmiş olmasından da anlaşılmaktadır; bu bilgi, Archimedes'in

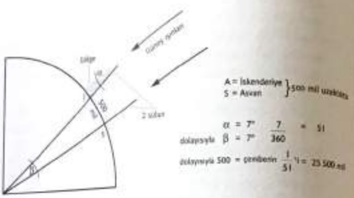


mezarını, iki yüzyıl sonra ortaya çıkaran Cicero tarafından da doğrulanmıştır. Dairenin içine, alanları hesap edilebilir düzgün çokgenler çizen Öklidci tüketme yöntemini kullanarak dairenin kareleştirilmesi meselesi üzerinde yoğun şekilde çalıştı; bu yöntemle, π sayısı için 31/7 ile 310/71 arası bir değere erişti.

Archimedes'in yaptığı türden mekanik aletlere duyulan ilgi, Ctesibius'tan (M.Ö. 270 civ.) Hero'ya (M.S. 60 civ.) kadarki İskenderiyeli fizikçiler arasında, yüzyıllarca sürmüştür. Bu insanlar, su saatleri, otomatlar, sıkıştırılmış havayla, ısıyla ve hatta buharla işleyen makineler yaptılar. Şarap ya da su akıtan hileli taslar, sunulan suyu içen model hayvanlar, etraflarında yunusların gezindiği, kaza yapan gemi modelleri... Bütün bunlar, hidroliğe ve termodinamiğe ilişkin etkileyici bir ustalık sergileyen icatlardır ve sözkonusu yeteneklerin, neden daha yarayışlı ve kalıcı teknolojiler üretemediği sorusunu doğurmuştur. İskenderiye temel matematiğinin en dikkat çekici uygulamalarından biri, Erastothenes'in, M.Ö. 235 dolaylarında, dünyanın çevresini hesaplama başarısıdır. Yukarı Mısır'daki Asvan'da, yaz gündönümünde ve öğle saatlerinde (Yengeç dönencesine denk gelir) dikey bir sütunu gözlemlemiş ve o saatte sütunun gölge vermediğini fark etmiştir. Oysa aynı anda, yaklaşık 500 mil* kuzeyde bulunan İskenderiye'de benzer bir sütun, düşey düzlemde yedi derecelik bir açı oluşturmaktaydı. Erastothenes bu gözlemden yola çıkarak, 500 millik bir uzaklığın, dünyanın çevresinin 7/360'ı ya da 1/51'i olduğu sonucuna vardı. Yaklaşık 25.000 mil** tutarındaki bu sonuç, doğru değerden %6 oranında farklıydı. Pergeli Apollonius (M.Ö. tah. 262-tah. 190), teorik matematik alanında, düzlemin ve koninin farklı arakesitleri için ilk kez *parabol*, *hiperbol* ve *elips* gibi terimler kullandı ve böylece konik kesitlerin temellerini attı. Astronomi alanındaysa, Eudoxusçu gezegen teorisinin yerine, daha üstün olan devir ve dış çemberler modelini koydu. Apollonius'un evren şemasında ana gezegen küresi, kendi ekseni etrafında dönen daha küçük küreleri taşımaktadır. Gezegenlerin hızlarındaki değişiklikler ve yaptıkları geriye doğru hareketler de böylece açıklanmış olur. Bu model Batlamyus'un çalışmalarında saygın bir konum edindi ve Kopernik'e kadar standart bir kabul olarak kaldı.

Geometri, klasik dünyanın karakteristik bilimlerinden biri olan optik alanında, doğa felsefesiyle birleşti. İnsanın çevresiyle olan etkile-

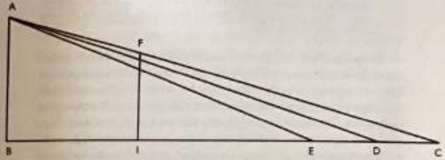
* 500 mil: yk. 804 km
** 25.000 mil: yk. 40.000 km




Eratosthenes, M.Ö. ikinci yüzyılda, Yukarı Mısır'da bulunan Asvan ile İskenderiye arasında, büyük bir çemberin bir yayının elli birde birini ölçerek, Dünyanın çevresini kayda değer bir doğrulukla hesapladı. Asvan'daki yaz gündönümünde, Yengeç dönencesinde bir sütun gölge vermezken aynı anda 500 mil (804 km) kuzeyde benzer bir sütun yedi derecelik bir açı oluşturacak biçimde gölge vermektedir. Böylece 500 rakamı, Dünyanın çevresinin 7/360'ı olacak ve bu da yaklaşık 25.000 mile (40.000 km) tekabül edecektir.

şiminin temel aracı olan optik, bilginin kaynağını ve geçerliliğini belirleme çabasındaki felsefeciler için özel bir önem arz ediyordu. Bütün Yunan düşünürleri, göz ile, görülen nesne arasından, ince ama kesinlikle fizik bir madde geçtiğini ileri sürmekte ve görme faaliyetini maddi bir süreç olarak kabul etmekteydiler. Bu yaklaşımdaki belki en şaşırtıcı nokta, sözkonusu maddenin gözden yayılmakta olduğuna inanıyor olmalarıydı. Platon, gözden yayılan ve nesnelerin izlenimlerini ruha erişmesini sağlayan bir tür ateş betimlemişti. Burada, karanlığın nasıl var olabildiği sorulacaktır. Platon'un bu soruya cevabı, optik ateşin, ancak Güneş ışığıyla birleştiğinde etkin olabileceğiydi. Epikür ise tam tersine, nesnelerin sürekli olarak, kendi kopyalarını içeren ve uzamdan hızla geçerek gözlemcinin gözlerine çarpan ışınlar yaydıklarını ileri sürmekteydi. Bu ışınlar havayla temas ettiklerinde bulanıklaşıp aşınmaktaydılar. Böylece uzaktaki objelerin neden netliklerini yitirdikleri de açıklanmış oluyordu. Gözden yayılan ışınların, doruk noktası gözde olan ve gözlemci gözlemlediği nesneden uzaklaştıkça tabanı genişleyen bir görme konisi oluşturduğunu ileri süren Öklid, optiğe ilişkin ilk geometrik kuramı geliştirmiş oldu. Öklid, perspektifi analiz etmekte de bu düşünceden yararlandı ve görme konisindeki daha yüksek bir ışın, cisimlerin yolunu kestiği için uzaktaki objelerin bir perspektif görüşte daha yüksek göründükleri sonucuna vardı. Batlamyus (yukarıdaki şekilde de görüleceği gibi), bu analiz formunu ileriye götürerek yansıma ve kırılma geometrisi üzerine araştırmalar






Öklid'in görme geometrisi. A gözlemcinin gözüdür. E, D ve C noktaları giderek uzaklaşır ve bunlar ön plandan daima daha yüksek görünür çünkü bu noktalardan çıkan ışık ışınları, görme konisinde daha yüksek konumlar işgal ederler. Bu durum FI düzleminde kesiştiklerinde daha açık görünür.

yaptı. Bir ayna ve derecelere ayrılıp görme tüpleriyle donatılmış bir disk kullanarak, geliş açısının yansıma açısına eşit olduğu temel kuralını keşfetti. Dahası, yansıyan bir nesnedeki görüntümüzün, aynanın ardında, belirlenebilir bir konuma sahip olduğunu gösterdi. Dışbükey ve içbükey aynalarla deneyler yaparak, bu tür aynalardaki yansımaların, optik yasalarına tâbi olduklarını gösterdi (sudaki kırılmaların sonuçları gibi). Optiğin bu ikili -fiziksel ve geometrik- görünümü, en güç sorunlardan birinin, ışığın yapısı sorununun izinde, çağlar boyu gelişen ve deneyle girift kuramları biraraya getiren bir bilimsel disiplin haline gelmiştir.

Helenistik dünyanın hemen her yerinde olduğu gibi İskenderiye'de de, insan bedeninin kesilerek incelenmesi bir tabu değildi ve bu şehirdeki tıp okulu, başarılarının hiç değilse bir kısmını bu anlayışa borçluydu. Bu uygulamanın nasıl böyle serbest hale geldiğini tam olarak bilmiyoruz ama uygulama M.Ö. üçüncü yüzyılda oldukça yaygındı ve kullandıkları yöntemlere ilişkin bazı kayıtlar ürkütücüyse de, Herophilus ve Erasistratus gibi hekimler, bu uygulama sayesinde önemli ilerlemeler kaydetmişlerdi.

> *Herophilus ve Erasistratus'a, Mısır kralları tarafından, hapishanelerden suçlular verildi. Bunları canlı canlı kestiler: (Suçlular) hâlâ nefes alıp vermektelerken, vücudun, daha önce yapıları hakkında hiçbir şey bilinmeyen parçalarını gözlemlediler ve bu parçaların konumları, renkleri, şekilleri, büyüklükleri, tertipleri, katılıkları, yumuşaklıkları ve bağlantıları üzerine incelemeler*

*yaptılar... Birçok insanın iddia ettiği üzere, suçlulara acı veren, acımasız bir uygulamaysa değildi bu. Suçluların küçük bir kısmından, bugün ve gelecekteki masum insanların dertlerine derman olmak için yararlanıldı.*

Herophilus (M.Ö. 270 civ.) beyin, sinir sistemi, göz ve damar sistemi hakkında önemli anatomik keşifler yaptı. Ana sinirlerin omurgayla ve beyinle olan bağlantılarını inceleyerek duyumun ve aklın merkezinin kalp değil beyin olduğu sonucuna vardı. Adı, beyinin belli bölgelerine verilmiş ve günümüze dek ulaşarak, ölümsüzleşmiştir. Herophilus, sinirlerin, diğer Yunan düşünürlerinin *pneuma* terimiyle ifade ettikleri nefes ya da ruh (spirit) denen yaşamsal güç için bir yol olduklarını düşündü. Görme sinirinin oyuk yapıda olduğunu, bu niteliğiyle estetik pneumayı taşımaya özellikle elverişli bulunduğunu savundu. Nabzın, kalp atışının bir göstergesi olduğunu düşündü ve hastalıkların teşhisinde yardımcı bir unsur olarak kullanılabileceğini gösterdi. Jinekoloji ile yoğun şekilde ilgilenerek yumurtalık, rahim ve rahim boynunu gerçeğe uygun biçimde betimledi. Herophilus'un keskin anatomik yaklaşımı, Erasistratus (M.Ö. 260) tarafından da benimsenmişti ama Erasistratus, bulgularından fizyolojik teoriler üretmekte Herophilus'tan daha istekliydi. İnsan ve hayvan cesetleri üzerinde yaptığı çalışmalar sonunda, beyin kıvrımlarının düşünsel gelişimin bir göstergesi olduğunu isabetli bir şekilde ileri sürdü. Besinlerin mide tarafından emildiğine, karaciğerin bu gıdaları kan yapımında kullandığına ve damarların kanı tüm vücuda taşıdığına inandı. Kalbin işlevi, akciğerlerce solunan *pneumayı* arterler vasıtasıyla tüm vücuda yaymaktı. Sinirlerin, beyinde rafine edilen bir tür psişik *pneumanın* taşıyıcısı olduklarını düşündü. Birçok hastalığın, fazla yemenin yol açtığı kan fazlalığından ileri geldiğine inandı. Bu yüzden diyetler ve kan alma terapileri önerdi. Antik dünyanın, insan bedeninin tıbbi incelemelerde kullanılmasına karşı çıkan diğer tıp adamları, İskenderiye okulunun keşiflerine direndiler ve bu okulu fazla kuramsal olmakla suçladılar. Erasistratus'un çıkarımlarının birçoğu kaçınılmaz şekilde yanlış anlaşıldı ve gözle görünemeyen kimi işlevler, *pneuma* türünden görünmez güçlere göndermelerde bulunularak açıklandı. Ancak İskenderiye Okulu, sinir sisteminin karmaşıklığını kavramıştı ve bu konudaki çıkarımları genelde pek makuldü. Titiz gözlem anlayışları, insan bedenini empirik olarak incelemiş olmaları, bedenin kapalı ve iç içe geçmiş bir sistemler dizisiyle işlediğini kavramış bulunmaları İskenderiye tıp okuluna tıp tarihinde özel bir konum kazandırdı.



Helenistik tıbbın daha sonraları ortaya çıkan ve son derece etkili bir diğer ismi, İskenderiye'de araştırmalar yapan, farmakoloji üzerine yaptığı çalışmalarla bu alanda klasik İslâm ve Batı bilimine kalıcı bir miras bırakan Dioscorides'tir (M.S. 50-70). Başlıca meşgalesi, bitkilerin tıbbi kullanımları olsa da Dioscorides büyük çalışması *De Materia Medica*'da birçok hayvansal ürünün ve mineralin özelliklerini de listelemiştir. Yaklaşımı son derece pratiktir ve ilaçlarının etkilerini yorumlamaya yönelik herhangi felsefi bir teşebbüse kaşlarını çatmıştır. Aloe, güzelavratotu (belladona), kalamin,[1] tarçın, safran, zencefil, mercanköşk (merzengûş), cıva, afyon, sülfür, kekik, pelin ve başka birçokları, Dioscorides'in özelliklerini isabetli bir şekilde açıkladığı ve herhangi bir ilaç rehberinde bugün bile rastlanabilen birçok maddeden yalnızca birkaçıdır.

## Astronomi: Batlamyus'un Mirası

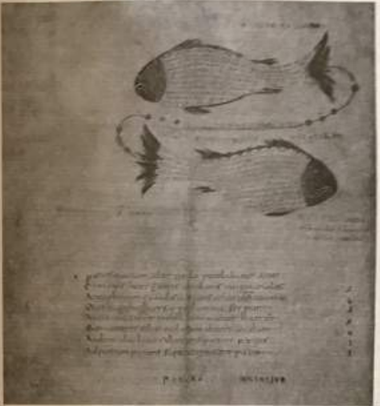
Helenistik bilimin en çok olgunlaştığı alan astronomidir. Aristoteles'in çalışmalarından sonraki beş yüzyıl boyunca küresel geometri iki temel alana ayrıldı: Kozmos modellerinin çizimi ve yıldızların haritalanması. Platon ve Aristoteles tarafından betimlenen evren görüşü, Yunan düşüncesinde genel bir kabul haline gelmişti: Küre biçimindeki dünya, ortak merkezli küreler alanının merkezindeydi. Güneş, Ay, gezegenler ve yıldızlar kendi yörüngelerinde, bu hareketsiz dünyanın etrafında dönmekteydiler. Yıldızlar, en dış kürede birbirleriyle ilişkili biçimde konumlanmışladı ve kuzey göğündeki bir kutup noktası etrafında (ve görünmez olsa da güney göğünde de aynısı geçerlidir) hep birlikte dönmekteydiler. Bu genel evren tablosu; bu bir eksenli, iki kutuplu, dünya merkezli, kavramsal evren modeli, Eudoxus'un ve sonraki kuramcıların ellerinde daha keskin ve belirgin bir hal aldı. Bu sistemde, Yunan astronomik geometri bilgisi, enlemlere ve boylamlara benzeyen temel düşünsel çizgiler belirlemiş, koordinatların, bu düşünsel çizgiler üzerinden yürütülen ölçümlerle belirlenebildiği, küresel konum haritalarının çıkarılmasına el veren, yapısal bir çıkarım çerçevesi izlenmesine imkân sağlamıştır. Kuzey-güney konumları ekliptikten, Güneşin görünür yörüngesi yıl boyu yaptığı hareketten, boylamsal konumlar (sonraki adıyla, yükselmeler) ekliptiğin gök ekvatorundan geçtiği gün

1 Doğada az bulunan ve güç işlenen hidratlı çinko silikat. (ç.n.)

olan ilkbahar ekinoksundan yıla çıkılarak hesaplanmıştır. Bu anah-tar unsurlar biraraya getirilerek bir küresel sistem modeli çizilmiş, bu model uyarınca Helenistik dünyada bilinip kullanılan ve sonraki yüzyıl-larda astronominin görsel sembolü haline gelen bir dünya küresi modeli tasarlanmıştır. Bu model, aslında taslak haldeki bir yerküresi modeliydi ve modelin ana bandına, gezegenlerin yörüngelerini temsil eden ek şeritler eklenebilmekteydi.

Yıldızlar nasıl haritalandı ya da gösterildi? Tüm gökyüzü gözlem-cileri gibi Yunanlılar da, geceleyin gökyüzünde beliren çok sayıda yıldızı düzene koymak ihtiyacı içindeydiler ve M.Ö. beşinci yüzyılda Babil astronomisinden bazı takımyıldızları alarak, bunlara, isimlerini kendi mitolojilerinden türettikleri başka bazı takımyıldızlar eklediler. Klasik takımyıldızların eksiksiz bir betimlemesi M.Ö. 380 dolaylarında Eudoxus tarafından yapıldı ve bu yıldız grupları, astronomlara düşün-sel gök bölgeleri sunarak günümüze dek ulaştılar. Eudoxus'un kendi el yazısından çıkma metinler kayıptır ama büyük ölçüde bu çalışmalar üzerine dayanan bir başka eser sayesinde, Eudoxus'un çalışmalarından bugün haberdarız. Sözkonusu eser, Helenistik dünyada takımyıldızlara ilişkin standart bir rehber haline gelen ve Cicero tarafından Latinceye çevrilen, Soli'li Aratus'un *Phaenomena* adlı çalışmasıdır. Yıldızların kümeleştirilmeleri ve dairenin 360 dereceye bölünmesi, Yunanlıların Babil astronomisine borçlu oldukları kuşku götürmeyen düşüncelerdi. Ama bu düşüncelerin Yunan dünyasına nasıl geçtiklerini bilmiyoruz. Yunan biliminde, M.Ö. dördüncü yüzyıl itibariyle, kozmosun açık bir geometrik modeli ve işlevsel bir gökyüzü haritası mevcuttu. Yunan astronomları, bu araçlar sayesinde bir çizelge oluşturdular ve gök cisimlerinin hareketlerini, önceden beri en mükemmel hareket biçimi olarak kabul edilen ve bu yüzden gök cisimlerine atfedilen değişmez dairesel hareketle açıkladılar. Bu süreç, Helenistik bilimin abidevi bir dehası olan İskenderiyeli Batlamyus'un çalışmalarıyla doruğuna ulaştı. Batlamyus'un konumu öylesine üstündür ki, öncülleri hakkın-daki bilgimiz oldukça kısıtlıdır. Çünkü onları öylesine bütünlüklü bir şekilde özetlemiş ve öylesine aşmıştır ki, bugün sözkonusu öncüllerin çalışmalarından elimize sadece ufak tefek parçalar ya da bazı ikinci el kayıtlar kalmıştır. Ancak kozmosun merkezinin Dünya değil Güneş olduğunu iddia eden Samoslu Aristarchus'un (M.Ö. 280), bu öncüller arasında müstesna bir yeri vardır. Maalesef bugün bu teoriyi sadece Archimedes'in kısa bir aktarımı vasıtasıyla biliyoruz ve bu düşüncenin arkasında yatan akıl yürütmenin ne olduğuna dair bir bilgimiz yok.





Klasik takımyıldızlar: Soli'li Aratus'un M.Ö. üçüncü yüzyıla ait *Phaenomena*'sında yer alan şiirlerindeki sözcükler her bir takımyıldızının şeklini verecek biçimde düzenlenmişlerdir. Bu onuncu yüzyıl el yazması Cicero'nun Latince çevirisini kullanır.

Aristarchus, gökyüzünde gözlemlenen hareketleri açıklamakta çok başarılıydı ama dünyanın hareket ettiğini varsayarak yerleşik öğre-tileri, hatta o dönem için geçerli kabul edilen astronomik kanıtları çiğnemiş oluyordu. Aristarchus'un düşünceleri kendi döneminde pek az ilgi uyandırdı ama asla tamamen unutulmadı. On sekiz asır sonra Kopernik, Aristarchus'un pekala farkındaydı. Aristarchus Yunan bili-minin yaratıcılığının dikkat çekici bir örneği olarak kabul edildi.

Batlamyus astronomisi, onun *Almagest* isimli eserine dayanır. Bu eser daima bu adla, "en büyük" anlamına gelen bu Arapça sözcükle anıldı. Yunanca orijinali, *Matematik Derlemesi* (*The Mathematical Compilation*) adını taşıyordu. Batlamyus, kitabına astronomi çalış-maları için felsefi bir gerekçe öne sürerek başlar: Fiziksel ve dün-yevi şeyler, değişebilen, bozulabilen unsurlardır. Astronomiyse, zihnin evrendeki tanrısal düzene yöneldiği daha yüksek bir alandır. Daha sonra Batlamyus, gökyüzündeki hareketleri belirlemekte kullandığı

astronomik geometri yöntemlerinin ana hatlarını çizerek Güneş, Ay ve beş gezegenin yörüngelerinin matematik bir modelini inşa eder. Değişmez dairesel hareketle, gök cisimlerinin konumlarına ilişkin gözlemlerini uzlaştırmak kaygısında olmuştur. Bunu yaparken kendi gözlemlerini ve kendisinden önceki astronomların çıplak gözle yaptıkları gözlemlerin kayıtlarından da yararlanmıştır. Gök cisimlerinin hareketleri, değişmez dairesel yapıda olmasaydı (ki şimdi böyle olmadığını biliyoruz) kozmosun yapısı da Batlamyus'un inandığı şekilde olmayacaktı. Bu yüzden Batlamyus, kendi geometrik modellerini işletebilmek için muazzam bir yaratıcılık sergilemek zorunda aldı. İki temel fikir kullandı. Birincisi; gök cisimlerinin ikili bir harekete sahip olduklarını savunan Apollonius'un teorisini kabul etti ve geliştirdi. Buna göre, büyük küre, daha küçük bir kürenin eksenini taşımaktaydı. İkincisi; dünya, büyük çemberin tam merkezinde olmak zorunda değildir, ekseninden kaymış da olabilir. Dünya hâlâ kozmosun merkezindedir ama gök küreleri dünyadan hafif uzaklaşmış bir nokta etrafında dönmektedirler. Bu iki fikirle Batlamyus, herhangi bir gezegenin ya da yıldızın konumunun saptanmasında, gelişmiş geometrik modellerin kullanılmasına el veren bir gök sistemi kurdu. Batlamyus'tan sonraki yaklaşık on dört yüzyıl boyunca bu sistem bazen fazla karmaşık bulunarak eleştirildi ama onu tahtından edecek, ikinci, ikna edici bir alternatif üretilemedi. Bu kozmik sistem, önce paganlar, sonra da İslâm ve Hıristiyan ilâhiyatçıları tarafından, kozmostaki yüce düzenin kanıtı olarak kabul edildi. Salt geometrik bir sistemdi ve Batlamyus bu sistemin işlemesini sağlayan fizik güçleri açıklamadı. Kozmosun uzamda sınırlı olduğunu ve hiçbir boşluğa yer vermeyecek biçimde süreklilik arz ettiğini, böylece her gök cisminin bir diğerine doğrudan teğet olduğunu iddia eden Aristotelesçi anlayışı benimsedi. Ama bu cisimlerin gerçekte ne oldukları ya da onları neyin hareket ettirdiği asla tam olarak ortaya konamadı. *Almagest*, Antik dünyanın en bütünlüklü yıldız katalogunu da içermektedir. Batlamyus 1022 parlak yıldızı listelemiş ve bunları 48 takım halinde gruplamıştır. Ama sadece bir avuç yıldıza ad vermiştir. Bugün de kullanmakta olduğumuz yıldız isimlerinin birçoğu Arapça kökenlidir. Batlamyus yıldızlara ad vermemiş ama her bir takımdaki yıldızların konumlarını belirlemiştir. Mesela; Aldebaran, Taurus'un 14 numaralı yıldızıdır; "Hyades'in parlak yıldızı Boğanın gözlerinden kırmızımsı olanıdır". Her bir yıldızın, gökteki enlem ve boylamlarını ve tahmini büyüklüklerini vererek, okurun, dilediğinde kafasında bir yıldız şeması oluşturabilmesine imkân sağlamıştır. Batlamyus'un katalogundaki yıldızlar ve 48 yıldız takımı, on yedinci yüzyılın başına dek gökyüzüne ilişkin tek harita olarak kalmıştır. Dahası, ikinci yüzyıldan on altıncı yüzyıla kadarki tüm astronomi faaliyetinin, aslında Batlamyus astronomisinin bir yorumundan ibaret olduğu söylenir. Batlamyus, en önemli selefi olan Rodoslu Hipparchus'a, önemli bir konuda borçlu olduğunu itiraf etmiştir. Hipparchus, yıldızların sabit olduklarını kabul ediyordu ama gerçekleştirdiği dikkatli gözlemler sayesinde, tüm yıldız sisteminin Doğudan Batıya doğru, kendi ölçümlerine göre her yüz yılda bir, bir derece oynayacak derecede yavaş biçimde dönmekte olduğunu fark etti. Bugün, "ekinoksların presesyonu" olarak adlandırılan bu hareket, gerçekte yaklaşık 72 yılda bir, bir derecelik bir dönüştür ve bu hareket neticesinde, herhangi bir yıldızın boylam koordinatı, belli bir zaman periyodu içinde dereceli olarak değişir. Bu gerçek uyarınca, *Almagest*'in yıldız katalogundaki boylam dereceleri, bu eserin geçerliğini koruduğu yüzyıllar boyunca sürekli gözden geçirilmiş ve yenilenmiştir.



Kozmik boyutların hesaplanması. Batlamyus'un *Almagest*'inin bir elyazması nüshasından alınan bu çizim, tutulmaları açıklamak niyeti taşımamakta ama Güneş ve Ay'ın uzaklıklarından türeyen gölge konilerini kullanmaktadır. Ancak Batlamyus'un tahmini, doğru rakama yakın değildi.

Batlamyus'un başarıları, astronomi çalışmalarından ibaret değildir. Coğrafyası da aynı ölçüde titiz ve bilimseldir. Burada da matematiksel olarak koordinatlara bölünebilen geometrik bir küresel model öne sürmüştür. Dünyadaki 8.000 bölgeyi içeren ve bu bölgelerin enlem ve boylam derecelerini veren bir yer adları dizini derlemiştir. Küresel dünyanın haritasının iki boyutlu bir düzleme nasıl yansıtılacağını açıklamıştır. Bu iş Batlamyus'a hayli kolay görünmüş olmalı çünkü onun dünyası sadece Avrupa, Asya'nın büyük bir kısmı ve Kuzey Afrika'dan oluşmaktaydı, yani dünyanın yaklaşık dörtte birini kapsıyordu. Dünyanın bilinmeyen kısımlarında başka kıtalar ve başka insanlar olabileceğini kabul etti ama onlara ilişkin hiçbir spekülasyonda bulunmadı. Coğrafyası, Batı dünyasında bin yıldan uzun bir süre boyunca pek bilinmedi. Bu yüzden coğrafyasının etkisi, astronomisinden daha sınırlı oldu. Batlamyus'un çalışmaları, Avrupa'da Rönesans ile birlikte yeniden bilinir hale gelene dek, İslâm düşünürlerince muhafaza edildiler.

Helenistik astronominin geometrik sistemleri, bütün yaratıcılıklarına rağmen, insanın kozmostaki yerini yeterince tartışmadığı için

teknik ve nitel çalışmalar olarak kalmışlardır. Bunu başarmak için, daha öte bir fizik boyuta ve psikolojik çerçeveye gereksiniliyordu. Batlamyus'un birçok başka çalışmasından ikisi, Helenistik dünyanın ilgilendiği diğer felsefi konuları anlamak için mükemmel bir rehberdir: insanın ve insanın üzerinde yaşamakta olduğu dünyanın içinde bulunduğu Evrenin boyutu meselesi ve kozmik unsurların karşılıklı bağımlılıklarını açıklamayı amaçlayan astroloji disiplini.

Aristoteles'in ve Batlamyus'un kapalı evrenlerinde Ay, diğer tüm gök cisimlerinin tutulmalarında rol oynadığı için her zaman Dünyaya en yakın cisim olarak bilindi. Yıldızlar arka planda sabitlendiklerinden, dünyadan en uzakta bulunan varlıklar olmaları gerekirdi. Dünya merkezli sistemde hız, diğer cisimlerin uzaklıklarının saptanmasında, mantıklı olarak, en önemli göstergeydi ve bu yüzden en yavaş hareket eden cismin dünyadan en uzak olan cisim olacağı düşünülüyordu. Satürn, Jüpiter ve Mars, dünyadan uzaklıklarına göre bu şekilde sıralanmışlardı ama Güneş, Merkür ve Venüs arasında ayrım yapmak imkânsızdı. *Gezegenlere İlişkin Varsayımlar* (*The Planetary Hypothesis*) adlı kısa çalışmasında Batlamyus, *Almagest*'in soyut geometrik yapısına fiziki bir ölçek vermiş, uzaklık açılarını, Güneş ve Ayın açısal değerlerini ve tutulum verilerini hesaplayarak kozmosun boyutlarına ilişkin bazı temel rakamlara ulaşmıştır. Batlamyus, verdiği rakamları, Dünyanın yarıçapının katlarıyla ifade etmiştir ama günümüz birimleriyle değerlendirildiğinde rakamlar şöyledir: Ayın Dünyadan uzaklığı 160.000 mil* (gerçek rakam 240.000 mildir**); Dünya ile Güneş arasındaki mesafe ise 3.100.000 mildir*** (gerçek rakam 93.000.000 mil****). Güneşin, Dünyanın çapının beş katı büyüklüğünde olduğunu, Ayın ise Dünyanın dörtte biri büyüklüğünde olduğunu hesapladı. Jüpiter ve Satürn'ün dünyadan çok büyük, Merkür ve Venüs'ün ise dünyadan daha küçük olduklarının farkındaydı. Mars gezegeninin de Dünyadan biraz daha büyük olduğunu düşünüyordu. Dünyanın yıldızlardan uzaklığı 50.000.000 mildi*****. Çünkü yıldızların, Dünyadan sabit uzaklıkta bulunan bir ana küre üzerinde dizili bulunduklarını düşünüyordu. Böylece evrenin çapının toplam uzunluğunun 100.000.000 mil****** olduğunu saptadı. Bu büyük bir rakamdır ve Batlamyus ve çağdaşlarına, kuşkusuz daha da büyük görünmüştür. Ama evrenin, insanın kavrayabileceği boyutlara sahip, sınırlı ve kapalı bir sistem olduğu düşüncesinin bir ifadesidir. Bu ölçüler, sonraki yüzyıllarda, özellikle İslâm astronomları tarafından işlenerek daha tutarlı hale getirildiler ama Kopernik devrimine kadar, ciddi bir değişikliğe uğramadılar.

* 160.000 mil: 257.495 km
** 240.000 mil: 386.242 km
*** 3.100.000 mil: 4.988.966 km
**** 93.000.000 mil: 149.668.992 km
***** 50.000.000 mil: 80.467.200 km
****** 100.000.000 mil: 160.934.400 km



Şaşırtıcı gelebilir ama Batlamyus'un, gerek İslâm dünyasına gerek Batıya son mirası, astroloji alanında olmuştur. Batlamyus'un *Tetrabiblos* isimli eseri bu alanda otorite hükmünde bir kaynaktı. Batlamyus, Güneşin ve Ayın, Dünya ve insanlar üzerindeki fiziki etkilerini göz önünde bulundurarak, diğer gök cisimlerinin de Dünya üzerinde etkide bulunabileceklerini ve fakat insan yaşamı üzerindeki etkilerinin daha incelikli olacağını ileri sürdü. Yıldızların ve gezegenlerin bir tür tanrısallık taşıdıklarına ilişkin, Antik Yunan dünyasındaki genel kanaati benimsedi ve gök cisimlerinin, insan yaşamının istikametini belirlediğini mantıksal ve teolojik olarak açıkça kabul etti. Bu astral etkilerin nasıl meydana geldikleri konusunda ciddi sorunlarla karşılaştı ve bu etkilerin, yıldızlardan ve gezegenlerden ışık ya da ısı şeklinde yayılan fiziki güçler olduklarını öne sürdü. *Almagest*'in geometrik modelleri, astrologa, gök cisimlerinin konumlarını çizelgeleştirebilmesine ve bu konumların, tabii ve tarihi olaylar vasıtasıyla, gerek insan bireyleri gerekse dünya üzerindeki karmaşık etkilerini öngörebilmesine imkân sağlıyordu. Sınırlı ve ölçümlenebilir yapıda bir evrenin, bu güçlerin işleyebilmesine imkân sağlayan, kapalı bir sistem sağlamakta ne kadar önemli olduğu ortadadır. Çünkü sınırsız bir evrende sözkonusu güçler, uzay boşluğunda, hiçbir kehanete imkân tanımayacak biçimde dağılıp gideceklerdir. Böylece Batlamyuscu düşünce, giderek tavizsiz matematiksel yapıdan uzaklaşmış, insanların doğadaki, karmaşık ama yine de kavranabilir drama oyununda kendi rollerini oynadıkları uyumlu bir evrene ilişkin felsefi bir kavrayışa dönüşmüştür. Bu tarz bir evren resmi, bilimsel midir yoksa dinî midir? Yoksa bu ikisi arasında bir fark yok mudur?

### Roma Döneminde Bilimsel Düşünce

Roma, M.Ö. altıncı yüzyıldaki kuruluşundan M.Ö. 260 tarihinde tüm İtalya'yı kontrolü altına almasına kadar hep güçlendi ve iki yüzyıl sonra bütün Akdeniz bölgesine hâkim oldu. Roma medeniyeti merkeziyetçi,

militarist, faydacı ve ataerkildi. Felsefeyle ya da doğa bilimleriyle iştigal etmek, boş zaman uğraşı olarak görülmekte ve sayılı düşünürler tarafından sürdürülmekteydi. Eğitim, salt faydacı amaçlara dayandırılmıştı. Roma mühendisleri, İmparatorluğun emperyalist anlayışına esaslı bir alt yapı kazandıran abidevi eserlerle haklı bir üne kavuştular. Ama bildiğimiz kadarıyla bu eserlerde kuramsal bilimler çok küçük bir rol oynamaktaydı. Maddenin yapısı sözkonusu olduğunda, Vitruvius gibi bir yazarda bile ağırlık, basınç ya da güç gibi meselelere ilişkin matematiksel bir bilgi birikimi mevcut değildi. Belki bu yüzden Roma kemerleri hep yarı daire olarak kaldı, asla elips şeklinde kurulamadı. Ağırlıkları kaldırmakta dişli aletlerden ve makaralardan yararlanmayı biliyorlardı. Pompaları da kullandılar ama yine teorik mekaniğe ilişkin bir bilgi altyapısından mahrum olarak. Metal işçiliğindeki dikkat çekici becerileri de sözlü olarak aktarılmış bir zanaat olmalı. Roma düşüncesiyle, bu düşüncenin Yunan öncülleri arasında temel bir farklılık olduğu görülmektedir. Yunan kültüründen miras kalan bilgi yığınlarını kısaltıp basitleştirerek yorumlayan Romalı düşünürler arasında, neden bu kadar az orijinal düşünceye rastlandığını da bu temel farklılıkla açıklamak mümkündür. Helenistik dönemde Roma dünyası, Yunan düşünce geleneğine açıktı. Astronomi, tıp, matematik ve coğrafya gibi bilimlerin temel prensipleri, İtalya'da yaşayan ve Roma'daki zenginlerin konaklarında öğretmen olarak çalışan Yunan düşünürlerinden öğrenildi. Ancak Romalı düşünürler Yunan düşünce geleneğini zenginleştiremediler. Yunan'ın eleştirel felsefede gösterdiği deha nasıl inkâr edilemezse, Roma'nın soyut düşünceden duyduğu hoşnutsuzluk da tarihin görmezden gelinemeyecek gerçeklerinden birisidir.

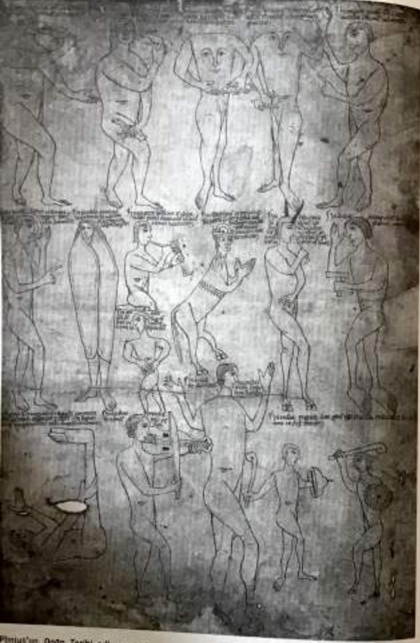
Yunan bilgisinin Roma'ya akışının tipik bir örneği olan Posidonius (M.Ö. 135-151), Stoacı Rodos felsefe okulunun yöneticisiydi. Roma'yı ziyaret etti ve içlerinde Cicero'nun da bulunduğu, şehrin ileri gelen insanlarına hocalık yaptı. Roma'nın doğuşunu inceleyen tarih kitapları yazdı. Doğa bilimlerinin spesifik sorunları çözmeye çalıştığını, felsefenin temel ilkelerle ilgilendiğini iddia etti ve bu anlayışa dayalı bir eğitim kuramı geliştirdi. Tanrı, Doğa ve Kader olmak üzere üç büyük nedensel güç bulunduğunu, insan gücünün, bunları değiştirmekte ya da etkisiz kılmakta çok sınırlı kalacağını düşündü. Yine de jeolojiyle, coğrafyayla ve astronomiyle yoğun şekilde ilgilendi ve gök düzeninin, geleceğe ilişkin öngörülere elverişli olduğuna inandı. Cicero, Posidonius'un öğretilerini benimsedi ve Yunan bilgeliğini Roma dünyasına taşıma kaygısı güttü. Platon'un *Timaeus*'u ve Aratus'un *Phaenomena*'sı gibi bazı temel



eserleri Latinceye çevirdi. Birçok diyalog kaleme aldı. Bu diyaloglarda, bir ruha (soul) sahip olan insanoğlunun canlılığı ile Tanrı'nın evrendeki hâkimiyeti arasındaki analojiyi vurgulayarak Platonculuğun özgün bir türünü geliştirdi. Sözkonusu düşünce, Ortaçağ Hıristiyanlığına derin biçimde etki eden, mikrokozmos-makrokozmos düşüncesinden başka bir şey değildir. Cicero'nun, *Scipio'nun Rüyası* (*The Dream of Scipio*) adlı eserinde betimlediği, gök kürelerinin bir tezahürüdür.

Roma bilimine ilişkin, belki de en meşhur belge, Lucretius'un (M.Ö. 95-55) *Nesnelerin Doğası Üzerine* (*On the Nature of Things*) isimli manzum eseridir. Lucretius, evrendeki bütün olguları, Demokritos ve Epikür'den devşirdiği, atomculuğun aşırı bir yorumuyla açıklar. Lucretius'un evreni, Platon'un ve Aristoteles'in sınırlı ve düzenli evrenine karşıt olarak, uzamsal açıdan sınırsızdır ve bizim sistemimizin, içlerinden sadece biri olduğu birçok kozmik sistemden oluşan bir evrendir. Evren herhangi bir nitelikten mahrum ve dış yönlendirmeler olmaksızın boşlukta hareket eden çok küçük atomlardan oluşmuştur. Tüm bileşik tözler bu gelişigüzel hareketten meydana gelirler ve canlı cansız tüm şeyler kendilerini böylece var ederler. İnsan ruhu da, ölümle çözülüp giden böylesi bir tözdür. Bu evrende herhangi bir amaç ya da Tanrı yoktur. Canlılarla cansızlar arasındaki tek ayrım, atomlarının bileşme biçimidir. Lucretiusçu sistemin zayıflığı, sözkonusu atomik bileşimleri yöneten herhangi bir yasa ileri sürmemesi, daha doğrusu böyle bir yasanın bulunmadığını iddia etmesidir. Kuşkusuz Lucretius, küçük bir azınlığın görüşünü temsil ediyordu ve önerdiği evren, insanın akıl melekesine ve düzene duyduğu tabii temayüle ters düşen, ürkütücü bir evrendi. Lucretius'un atomculuğunun, Hıristiyanlığın egemenliğinde geçen yüzyıllarda şiddetli saldırılara maruz kalmış olması şaşırtıcı değildir. On sekizinci yüzyılda etkileyici bir şekilde yeniden keşfedilişinden bu yana atom teorisinin bir öngörüsü olarak kabul edilmiş ve çok ilgi çekmiştir.

Doğa felsefesine yönelik diğer benzer felsefi yaklaşımlar gibi, Lucretius'un düşünceleri de insanların daha ziyade hakikatlere ya da belli başlı düşüncelerin ansiklopedik özetlerine ilgi duydukları Roma uygarlığında genel bir kabul görmedi. Bilime yönelik sözkonusu ansiklopedik yaklaşımın ilk örneği Yaşlı Plinius'tur (M.S. 23-79). Muazzam yapıtı *Doğa Tarihi* (*Natural History*); coğrafya, astronomi, zooloji, botanik, antropoloji ve tarih alanlarını kapsar. Plinius'un bizzat kendisi, kitabının kişisel gözlemlerden değil, büyük ölçüde önceki metinlerin damıtılmasından oluştuğunu söylemiştir. Kitabın en meşhur



Plinius'un *Doğa Tarihi* adlı eseri, Roma döneminin büyük ansiklopedisiydi ama bitki ve hayvan kataloglarının yanı sıra efsanelere ve yaratıklara ilişkin yaptığı safdil tasvirler, Avrupa inancını yüzyıllar boyu etkilemiştir.



özelliği, yaratıklara ve doğal mucizelere ilişkin, eleştirel tavırdan yoksun bölümleridir. Bu düşünceler Avrupa'nın hayal gücü üzerinde öylesine etkili olmuşlardır ki, beş yüzyıl boyunca sürekli tekrar edilip durmuşlardır. Plinius, daima geçmiş dönemlerin kazanımlarını muhafaza etmek ve onları gelecek nesillere aktarmak kaygısında olmuştur. Bu kaygısı nedeniyle onun, düşünsel bir çöküş döneminde yaşadığına inandığı varsayılabilir. Çalışkanlığı olağanüstü ölçüdedir ve "Yaşamak, farkına varmaktır" deyişini haklı çıkarırcasına, araştırmalarını gece gündüz sürdürmüştür. Ölümüne de yine bu hakikat tutkusunun yol açtığı söylenir. Zira Vezüv yanardağındaki büyük patlamayı gözlemleyebilmek için kratere fazla yaklaştığı ve bu yüzden yaşamını yitirdiği söylenir.

Roma'nın, matematik türünden formel bilimlere duyduğu ilgi son derece sınırlı bir düzeydeydi. Örnek verecek olursak; M.S. altıncı yüzyıla, Boethius'a kadar, Öklid geometrisinin Latincede bir çevirisi bulunmamaktaydı. Astronomi bilimi, Aratus'un *Phaenomena*'sının Latince çevirisinde yer alan yıldız takımlarına yönelik betimlemeler vasıtasıyla tanındı. Marcus Manilius astronomi bilimindeki astrolojik unsurları Romalı dinleyicilerine uyarladı. Manilius'un *Astronomica* adıyla bilinen şiiri, bu konuda standart bir rehber oldu. Uygulamalı bilimler alanında, Yunan dünyasında bile daha üstün bir örneği bulunmayan en büyük eserlerden biri, Vitruvius'un, M.Ö. 30 dolaylarında yazdığı, *Mimarlık Üzerine* adlı eseridir. Ele aldığı konular inşaat malzemeleri kadar çeşitlidir: güneş saatleri astronomisi, su saati yapımı, köprü inşası, askeri muhasara mühendisliği ve klasik mimari üslupların analizi. Vitruvius'un eseri Roma'nın teknoloji tarihi için zengin bir kaynaktır ve İtalya'da Rönesans döneminde yeniden keşfedildiğinde büyük bir ilgi uyandırmıştır.

Romalılar, büyük ölçüde pratik bir uğraş olan tıp alanında bile Yunanlı seleflerine ve onların uzmanlıklarına bağımlı kaldılar. Geç klasik dönem tıbbı, Galen'in (M.S. 128-201) gölgesindeydi. Galen, Bergama'nın yerlisiydi; Hipokrat'tan beri tıp dili olarak kabul edilen Yunancada verimli eserler üretti ama yaşamının büyük bir kısmını Roma'da incelemeler yaparak ve eğitim vererek geçirdi. İnsan bedeninde dört temel unsur bulunduğunu, her bireyde bu unsurlardan birinin egemen olduğunu ileri sürerek dört klasik mizaç kuramını üretti: Kan, neşeli ve iyimser mizacı, balgam soğukkanlı mizacı,[2] sarı safra sinirli,

2 İngilizcede balgam sözcüğü *phlegm*, soğukkanlı sözcüğü ise *phlegmatic* sözcüğü ile karşılanır. (ç.n.)

kara safra ise melankolik mizacı doğurmaktaydı. Bu mizaçlar, kan gibi gözle görülür sistemler değildir ama dört elementle ilişkili oldukları için dokularda bulunan öğelerdir. Kan havaya, balgam suya, sarı safra ateşe, kara safra ise toprağa karşılık gelmekteydi. Roma'da uygulanması yasak olduğu için Galen, insan bedeni üzerinde, İskenderiyeli seleflerine kıyasla sınırlı incelemelerde bulunmuştur. Bunun yerine domuz ve maymun gibi hayvanlar üzerinde araştırmalar yapmış ve bulgularını insan bedenine uyarlamıştır. Bu durum, Galen'in yaptığı çeşitli anatomik hataların başlıca sebebidir. Geliştirdiği üçlü fizyoloji kuramını Erasistratus'a borçlu olduğu açıktır: Beyin rasyonel yetilerin odağıdır ve psişik *pneuma* vasıtasıyla sinir sistemini kontrol eder. Kalp, duyguların ve tutkuların merkezidir, yaşam kaynağı olan kanı ve *pneuma*yı vücudun her yerine iletir. İstek ve iştahlar ise karaciğer merkezlidir. Bu organ aynı zamanda bedeni besleyen damar sisteminin de merkezidir. Bedenin işleyişine ilişkin bu kavrayış, Hıristiyan ve İslâm biliminde, zamanla saygın bir yer edindi. Galen insan bedeninin her parçasının amacına ve düzenine ilişkin kanıtlar buldu. Platon'un *Demiurgos* –el işçisi, zanaatkâr- öğretisini kabul etti ve tıbbî öğretileri, doğal bir teolojiye yöneldi. Bu durum, kendisinden sonraki hekimlerin onu neden dinî bir çerçeveye yerleştirdiklerini ve öğretilerini neden büyük bir ilgiyle karşıladıklarını açıklar.

### Klasik Alacakaranlık

Pozitif bilimler, M.S. 300 yılından sonra belli akademilerde muhafaza edildiler. Özellikle de Pappus, Theon ve Hypatia gibi bilginlerin, Archimedes, Öklid ve Batlamyus'un çalışmalarını naklettikleri ve üçüncü yüzyılda Platonculuğun yeni bir biçiminin doğduğu İskenderiye'deki akademilerde.

Ama doğa felsefesinin Batı'da artık yeni bir durgunluk safhasına girdiği açıktır: M.S. 400-1100 yılları arasında kaç önemli düşünür, kaç önemli keşif bulunmaktadır? Özellikle İskenderiye'de pagan, Hıristiyan ve Yahudi toplulukları arasında derin gerginlikler ortaya çıktı ve kalabalıkların öfkesi bazen kültürel merkezlere yöneldi. Bilim tarihinin ilk kadın düşünürü olan Hypatia'nın, M.S. 415 yılında bir linç girişiminde öldürülmesi, felsefe çağının sona erişini ifade eden sembolik bir olay olarak kabul edilir.



Bilimsel ve felsefî düşüncedeki bu tarihî gerilemenin görünür sebepleri nelerdi? Birincisi ve en açık olanı, Roma dünyasındaki politik çalkantılardır: Roma artık barbar istilalarınca tehdit edilmekte ve birbiriyle çatışan hizipler tarafından günbegün parçalanmaktaydı. Böyle karışık bir ortamda, düşünce yaşamının serilip serpilmesi beklenemez. İmparatorluğun Batı ve Doğu topraklarının birbirlerinden giderek uzaklaşması, Roma'nın Yunan kültürünün etkisindeki düşünce merkezleriyle (İskenderiye, Atina ve Bizans) olan temasını koparmıştır. Mesela Batlamyus'un astronomi, coğrafya ve optik alanındaki eserleri Romalı bir okurun istifadesi için hiçbir zaman Latinceye çevrilmemiştir. Düşünce tarihinin bu döneminde ortaya çıkan en büyük hadise, Hıristiyanlığın doğması ve bir çoğunluk dinî haline gelmesidir. Her şeye kadir olan yaratıcı Tanrı düşüncesinin, teorik olarak, evrendeki amaçlılığa ve tasarıma ilişkin çalışmaları cesaretlendireceği beklenirdi ama bu türden bir rasyonel teoloji gelecekte ortaya çıkacaktı. Erken dönem Kilise düşünürleri, paganizmin kirli mirasının parçası olarak gördükleri matematik, insan fizyolojisi ya da astronomi araştırmalarına sırtlarını dönmüş, teslis (üçleme), insanoğlunun günahı, özgür irade, kilise otoritesi gibi sorunlarla ve diğer dinî meselelerle ilgilenmişlerdir. Zaten bilimsel çalışmalar yolunda bir istek mevcut olsaydı bile, doğa araştırmalarını ilerletecek araçlar ya da maddenin oluşumunu, gök hareketlerini ölçüp analiz edecek aletler mevcut değildi. Bu yüzden, yenilikçi doğa felsefesinin Geç Roma döneminde gerilemesi, önü alınabilecek bir şey olsa da yine de anlaşılabilir bir durumdur. Batı'da klasik bilimin özet biçimi, bir avuç temel Latince metinde muhafaza edilmiştir. Macrobius (M.S. erken beşinci yüzyıl) gök cisimlerinin yapısının, Pythagorasçı sayı teorisinin ve dünyanın küreselliğinin yanı sıra Batlamyusçu coğrafyanın ana hatlarını da içeren, Cicero'nun, *Scipio'nun Rüyası* adlı eserine bir yorum yazmıştır. Martianus Capella (M.S. 365-440) *Merkür ile Filolojinin Düğünü* [*De Noptiis Mercurii et Philologiae*] isimli, hayal gücüne dayalı bir alegori kaleme almıştır. Bu eserde yedi nedime, temsil ettikleri düşünce disiplinlerinin betimlemelerini sunarlar. Kitapta Öklid geometrisi, Plinius coğrafyası ve Batlamyus astronomisi bu yöntemle anlatılır. Bu iki çalışma, Ortaçağ Batı dünyasının kozmoloji anlayışına büyük bir etki yapmıştır. Dante'nin *Cennet* isimli eserinde geçen, gök cisimleri arasındaki yolculuğun arka planı da bu iki çalışmaya dayanır. Bu alacakaranlık döneminin en ünlü düşünürü, Platon'un ve Aristoteles'in bütün eserlerini Latinceye çevirmeye niyetlenen ama bu projeyi tamamlayamayan

Boethius'tur. Boethius bilimsel bir orijinallik sergilememiştir ama Yunan mantığının başlıca unsurlarını nakledip Öklid matematiğinin özet bir çevirisini yapmıştır. Ölüm cezasına çarptırıldığı günlerde kaleme aldığı *Felsefenin Verdiği Avuntu* (*De Consolatione Philosophiae*), en kişisel çalışmasıdır. Hıristiyan dininin tamamlayıcısı olarak görülen Yeni Platonculuğun yeni bir türünü popülerleştiren bu eserin, orta çağların *İncil*'den sonra en çok okunan kitabı olduğu söylenir. Bu ünlü eser, Hıristiyanlık öğretisine herhangi bir özel göndermede bulunmaksızın, aklın Tanrıya ve onun iyiliğine ilişkin kesinliğe ulaşabileceğini ve evrenin, halkaları insan aklının göremeyeceği bir yapıda olsa da, düzenli bir sebep sonuç zinciri olduğunu savunmaktadır.

Eğer Helenistik bilim, kısa özetlere ve yorumlara indirgenebilirse, Yunan düşüncesinin mirası devam etmemiş, muhteşem bir ara dönem olarak mı kalmıştır? Modern bilim kendisini sıfırdan var etmeye mecbur mu olmuştur? Tersine, Yunan düşünürlerinin doğaya yönelik yaklaşımlarını belirleyen terimlerin etkisi sürekli olmuştur. Yunanlılar, maddenin, kozmosun, yaşamın yapısına ve düzenine ilişkin temel sorunları belirlediler ve bu sorunları, gözlemler, ölçümler ve aklî çıkarımlar yoluyla rasyonel, seküler terimlerle ifade ettiler. Bu çalışmaların, teist cevaplara bir geri dönüşü ifade eden sebep ve gaye sorularına yol açması kaçınılmazdı. Gaye sorunu, Platon, Aristoteles, Batlamyus, Galen ve diğer birçok düşünürün kuramlarında, açık biçimde olsun, örtük biçimde olsun, mevcuttur. Evrende bir düzen kabul ettiğimizde, bu düzen bir amaçlılığın ifadesi mi olacaktır? Bu amaç maddeye içsel midir yoksa onun dışında bir amaç mıdır? Demokritos'un ve Lucretius'un atomculuğu, küçük bir azınlığın sesi olarak tanrıları ve nedenleri açıkça reddediyordu. Bu fikirler uzun süre gölgede kalmış ve görmezden gelinmiş olsalar da, gelecekteki fikirlerin habercisi olmuşlardır. Doğanın düzenli sistemler vasıtasıyla işlediği düşüncesi, bu düzenin betimlenmesine elveren matematiksel dilin keşfi ve amaçlılık-rastlantısallık tartışması... Klasik dünyanın geleceğe bıraktığı kalıcı miraslar işte bunlardır.



Üçüncü Bölüm

# Dinî Kültürlerde Bilim

## *KISIM 1:* MÜSLÜMAN ÖĞRETMENLER

*Dünya hakkında yüzlerce görüş var*
*Kadîm olan Tanrı [görüşü], en sonuncusudur.*
Ebu [Ala] el-Ma'arrî

### Abbasî Sarayı

Anlatılır ki, büyük Abbasî Halifesi Me'mun rüyasında, bir sedire uzanmış mavi gözlü, asil yüzlü bir adam görmüş. "Kimsin?" diye sormuş ona. "Aristoteles" cevabını alınca çok memnun olmuş ve büyük filozofla, iyilik, yasa ve inanç üzerine tartışmaya koyulmuşlar. Bu efsane şaşırtıcı gelebilir bize ve İslâm dünyasının hükümdarının, nasıl olup da bir Antik Çağ pagan filozofundan esinlenebildiği sorulabilir. Aslında bu efsane, Ortaçağın başlıca entelektüel hadiselerinden birinin, Yunan kazanımlarının İslâm kültürünün parçası haline gelişinin ve oradan Batı'ya geçiş sürecinin bir tezahürüdür.

Roma İmparatorluğu yıkılırken Yunan bilimine ne olmuştu? İmparator Jüstinyen'in, M.S. 549 yılında Atina'daki pagan okulu kapatması, klasik dönemin sona erişinin sembolü kabul edilir. Ama Roma ve Yunan düşünceleri arasındaki etkileşim çok daha önce kopmuş. Yunan dili yok olmaya yüz tutmuştu. Batı Hıristiyan aleminin temel eğitim taslağı, Martianus Capella tarafından belirlenmişti. Edebî okumalarla bağlantılı gramer, retorik ve mantık, ayrıca aritmetik, geometri, müzik ve astronomi, resmî müfredatı oluşturuyordu. Teoloji çalışmaları Batı'nın neredeyse tüm entelektüel enerjisini emiyor, Öklid ve Batlamyus biliminin temel unsurları, Cassiodorus ve Isidore gibi Hıristiyan ansiklo-




Doğuda Ebu Ma'şer'in Horasanından, batıda İbn Rüşd'ün İspanya'sına, İslâm dünyasındaki kültür ve bilim merkezleri.

İslâm dünyasındaki kültür ve bilim merkezleri. İslâm bilimi, Yunan, Sanskrit ve Pers kültürü gibi birçok geleneği özümsedi ve Arapça, bu muazzam devleti birleştiren bir *lingua franca* (ortak dil) işlevi gördü. (John Mitchell'in haritası)

pedistlerce özetleniyordu. Bilimin bu gerileyişi, kent yaşamındaki gerilemeyle paraleldi. Manastır temelli bilimle birlikte, rüzgarın yönü ağırlıklı olarak kırsal kültüre kaymıştı. Bu post-klasik dünyada düşünce yaşamı da bilimsel olmaktan ziyade dinî ve edebî ağırlıklıydı. Ama Doğu'nun, dil engeli yaşanmayan Atina, İskenderiye, Antakya gibi şehirlerinde orijinal bir düşünce geleneği bulunmamakla birlikte, Aristoteles, Platon, Öklid, Batlamyus, Hipokrat ve Galen'in eserleri tanınıyor ve okunuyordu. İmparatorluğun Doğu sınırlarında zamanla bir entelektüel hayat gelişti: Sâsânî kentleri, Ktesiphon, Urfa, Harran ve Seleucia'da Hıristiyanlık Zerdüştlükle, Yeni Platonculukla ve Hindistan'ın Veda öğretisiyle karıştı. Yunan biliminin bilinen ana unsurları bölgeye yayıldı. Örnek olarak 5. yüzyılda Batlamyus astronomisi, astrolojik konumların haritasını çıkarmakta gezegenlerin geometrik hareketlerinden yararlanılan Hindistan'a ulaştı.

İşte Arap fetihleri böyle bir entelektüel karışım içinde geliştiler. Fetihlerin yıkıcı gelgitleri öyle karşı konulmazdı ki, M.S. 750 yılı itibariyle, Konstantinopolis hariç Doğu'nun bütün kültür merkezleri İslâm'ın eline geçmiş bulunuyordu. Bu güçlü din fatihleri, denetimleri altına aldıkları medeniyetleri pagan unsurlardan temizleselerdi bu hiç şaşırtıcı olmazdı. Ama öyle yapmadılar. Aksine, bazı açılardan daha yüksek buldukları bu kültürleri özümsediler. Bu süreç, Halife Me'mun'un Yunan felsefi ve bilimsel eserlerini Arapçaya tercüme ettirmek amacıyla kurdurduğu *Darü'l-hikme*'ye (Hikmet Evi) ev sahipliği yapan Bağdat şehrindeki sarayında açıkça görülür. İslâm'ın en büyük bilimsel keşfinin himaye (patronage) anlayışı olduğu söylenir; çünkü entelektüel yaşamda bu türden bir politik tasarrufa ne Yunanistan'da ne Roma'da rastlamak mümkündür. Yunanca metinler, İstanbul, Antakya ve İskenderiye gibi şehirlerden yoğun uluslararası uğraşlarla toplanarak Bağdat'a getirildi. Hıristiyanlığın Yahudiliğin ve paganizmin önde gelen birçok düşünürünün çalışmalarının yanı sıra, Persçe ve Sanskritçeden de metinler çevrildi. Süryanice dönemin Ortadoğusunun kültür diliydi ve çoğu kez Arapça ile Yunanca arasında bir geçiş oluşturuyordu. Bütün bu olağanüstü sürecin entelektüel bağlamı, Mutezile olarak bilinen hareketti. Bu hareketin taraftarları, insan zihninin, hakikat ve erdemi keşfedebilmeye tek başına yetenekli olduğunu ve vahyin, ilâhî hakikatlere götüren tek yol olmadığını savunuyorlardı. Bu rasyonel inanç tarzı, dokuzuncu yüzyılda Halifeliğin neredeyse resmî öğretisi haline geldi ama zaman zaman güçlü direnç ve tepkilerle karşılaştı.

En ünlü çevirmen, *Darü'l-hikme*'ye girerek Platon, Aristoteles, Hipokrat ve Galen'den Süryaniceye çeviriler yapan, Hıristiyan Huneyn bin İshak'tır (ölümü M.S. 873). Süryaniceye çevirdiği eserler daha sonra Arapçaya aktarılmıştır. Huneyn'in oğlu İshak (ölümü M.S. 911), Öklid'in *Elementler* ve Batlamyus'un *Almagest* adlı eserlerinin, büyük önem atfedilen Arapça versiyonlarını hazırladı. Bu eserler İslâm matematiğinin ve astronomisinin en güvenilir kaynakları olarak derhal kabul gördüler. Bu temel eserlerin tercümesiyle birlikte Arapça yeni bilimin *lingua francası*[1] statüsüne yükseldi. *Darü'l-hikme*'deki bilim adamlarının çok yönlülüğü hakikaten hayret uyandırıcıdır ve bu özellik İslâm düşünürlerinin bir karakteristiği olarak kalmıştır. Mesela, Sabit bin Kurre (M.S. 836-901) matematik ve astronomi gibi kesin bilimlerde[2] uzmanlaşmıştı; pratisyen bir fizikçi ve tıp üzerine çalışmalar kaleme alan üretken bir yazardı. Tüm bunların yanı sıra felsefe, mantık ve filolojiye de önemli katkılarda bulunmuştu.

Diğer Antikçağ ve Ortaçağ hükümdarları gibi, İslâm dünyasının hükümdarlarının da astroloji ve tıp gibi bilimlerle neden ilgilendiklerini anlamak kolaydır. Bunun yanı sıra, İslâm dinindeki bazı gereksi-

1 Anadili farklı olan insanların konuştuğu ortak dile verilen Latince isim. (ç.n.)

2 Kesin bilimler *(exact sciences)*, genel anlamda, denetlenebilir ölçü ve hesaplara dayanan bilimleri ifade etmekte kullanılır. Tamlama, pozitif bilimler biçiminde de karşılanabilir. (ç.n.)

nimler, pozitif bilimlerin teşvik edilmesini sağlamıştır. Bunlardan biri [Hz.] Peygamber'in [s.a.v.], Milattan sonra 622 yılında gerçekleştirdiği *Hicret*'i başlangıç alan yeni bir takvim hazırlanması ve böylece ibadet vakitlerinin düzene sokulması zaruretiydi. Diğeri, ibadet şartlarının sağlanabilmesi için, Mekke'nin bulunduğu kutsal yön olan *kıble*nin doğru şekilde tespit edilebilmesine duyulan ihtiyaçtı. Bu iki hedef, ancak astronomide uzmanlaşmayla gerçekleştirilebilirdi. Bu yüzden bu iki mesele, geniş bir literatürün konusu oldular. Her camiin bir duvarında, *mihrab* adı verilen bir niş, inananların ibadet ederken yüzlerini dönecekleri yönü işaret etmekteydi. Kıblenin tayini, geometrinin ve trigonometrinin aynı anda bilinmesini gerektirirken, ibadet vakitleri güneşin yüksekliği ve gölgelerin uzunluğu vasıtasıyla belirlenip çizelgeleştiriliyordu. Bunlar önemli teknik meselelerdi ve matematikle astronomiye İslâm dünyasında yüksek bir itibar kazandırdı. Yine de, bu uygulamaların ya da halife tarafından desteklenen akılcı inanışın, özgün ve ayırt edici nitelikte bir bilimsel düşünüşe yol açıp açmadığı sorulabilir: İslâm biliminden söz ederken, haddizatında özgün bir "İslâmî olan"dan mı söz ediyoruz yoksa bu sadece uygun bir tarihsel etiket midir? Bu soru, İslâm dünyasının filozof-bilimcilerinin ilklerinden ve en ünlülerinden biri olan, Latinlerin *Albumasar* adını verdikleri Ebu Ma'şer (M.S. 787-886) sözkonusu olduğunda çok daha yerindedir.

### Astrolojinin Etkisi

Astroloji, bilim tarihinde, önceleri tamamen bilimsel kabul edilen, sonra demode olarak gözden düşen ilgi çekici bir alandır. Yıldızlarla ilgili bazı kehanet biçimlerine hemen tüm antik kültürlerde rastlanmaktaydı ve bu kehanetler temelde, gök cisimlerinin zeka sahibi ya da tanrısal varlıklar oldukları inancından kaynaklanıyordu. Bu tanrılar insan dünyasını etkileme, savaşlara, ölüme ya da iyi talihe sebep olma gücüne sahiptiler ve niyetlerinin, gökteki açısal pozisyonlarından yola çıkılarak anlaşılabileceğine inanılırdı. Gezegenlerin sadece astronomik konumlarıyla insan yazgısını kontrol edebilecekleri düşüncesi, daha geç tarihli bir inanıştır. Ancak bu gök cisimlerinin etkilerinin dünyaya nasıl eriştiğine ve onu nasıl yönlendirdiğine ilişkin çetin sorular doğmuştur. Bu fiziksel bir soruydu ve Aristoteles kozmolojisi bu soruya fiziksel bir cevap sağlıyordu. Gezegen kürelerinin kapalı sisteminde her küre, komşusu olan bir başka küre tarafından harekete



geçiriliyor ve insan kaderini şekillendirebilecek, daha az görünür ama daha az güçlü olmayan bir etki, bu küreler vasıtasıyla yeryüzüne iletiliyordu. Bu etkinin doğasını tam manasıyla belirleyebilmek çok güçtür ama Yunan biliminin kapalı, kozmik küreler sistemi, ortak merkezli kürelerin, gök cisimlerinin periyodik kavuşma konumlarını meydana getirecek biçimde dairesel hareketler gerçekleştirdikleri inandırıcı bir alandı. Astrologun asıl görevi, bu kozmos modelini kullanarak geçmişteki ve gelecekteki kavuşma konumlarını çizelge haline getirmek ve bunların gerek devletler, gerek fertler üzerindeki, etkilerinin ne olacağını açıklamaktı. Bu görevin ilk bölümü tümüyle bilimseldir ve gerekli konumları hesaplayabilmek için ileri geometri bilgisi gerekir. İkinci görevse tersine, göksel tanrılara ve onların aşk, savaş, hikmet ya da zenginliğe yol açabilme kabiliyetlerine ilişkin yarı dinî yarı efsanevi bir inançlar dizisine dayanır.

Animistik inançlara dayalı böyle bir sistemin, İslâmiyet ve Hıristiyanlık gibi vahye dayalı, nebevî dinlerle nasıl bir arada yaşayabildiği kayda değer bir sorudur. Aslında Hıristiyan Kilisesinin erken dönem babaları, astrolojiyi bir tür paganizm olarak görmüş ve lanetlemişlerdi. Yine de astroloji asla tam olarak ortadan kalkmadı. Hıristiyanlığın orta çağlarında astrolojiye yönelik ilgi öncekinden de güçlü biçimde yeniden patlak verdi. Avrupa'daki bu astroloji rönesansı, temelini, ilginç biçimde İslâmî kaynaklardan alır ve Ebu Ma'şer'in çalışmalarının bunda büyük rolü olmuştur. Ebu Ma'şer Bağdat'taki *Darü'l-hikme*'ye girdiğinde henüz otuzuna basmamıştı ama doğum yeri olan ve bugün Afganistan topraklarında bulunan Belh şehri büyük bir kültürel öneme sahipti. Şehir, önce Helen sonra Pers kültürünün Orta Asya'daki ileri karakolu olmuştu. Belh'te Yahudilere, Hıristiyanlara, Budistlere, Hindulara, Manicilere ve Zerdüştlere rastlamak mümkündü. Şehir ve bölge M.S. 651 yılında Arap fatihlerce ele geçirildiğinde eski düşünce gelenekleri yeni inançla yan yana yaşamaya devam ettiler ve Ebu Ma'şer gibi düşünürler bu eklektik birikimin önemli bir bölümünü, *lingua franca* olan Arapça vasıtasıyla İslâm dünyasına tanıttılar. Sâsâni dönemi İran'ında ve Gupta dönemi Hindistan'ında astronomlar, Yunan bilimini özümseyerek, gök cisimlerinin hareketlerinin haritasını çıkarmakta kullanılan gelişmiş matematik yöntemler keşfetmişlerdi. Bu yöntemler iki kültürde de ayrıntılı astronomik sistemler kurmakta kullanıldı. İslâm'ın doğduğu yer olan Arabistan'da astronominin, zamanın ve mevsimlerin belirlenmesinde kullanılan uygulamalı bir

biçimi mevcuttu ama bu, Hindistan'ın ve İran'ın matematik temelli astronomisinden çok aşağı bir düzeydeydi. Ebu Ma'şer farklı geleneklerin oluşturduğu zenginlikten çok etkilendi. Tüm düşünce geleneklerinin tek bir hakikatin tezahürü olduğuna dair bir öğreti geliştirdi ve Hint, İran ve Yunan kültürlerinde rastlanan, ayrı ama birbirlerine çok benzeyen astrolojik sistemlerin, bunun en büyük delili olduğunu düşündü. Başyapıtı olan *Astroloji İlmine Büyük Giriş* [*el-Medhalü'l-kebîr ilâ ilmi ahkâmi'n-nücûm*] adlı eserinde, Aristoteles kozmolojisine sıkı sıkıya bağlı kalarak, astroloji biliminin çerçevesini çizer. Buna göre, evren üç alandan meydana gelmiştir: İlki Tanrısal alandır; ışıkküredir, ilk hareket ettiricinin yıldızların ötesindeki alanıdır. İkincisi sekiz gök küresini kapsayan göksel alan; üçüncüsü ay-altı alem ya da yerküredir. Ebu Ma'şer'e göre insan ruhu ilâhî alemden dünyaya düşmüştür ve kaderinin esası, ilâhî aleme geri dönmeye çalışmaktır. Ama insan, gök kürelerinin aracılıkları olmadan gök aleminden geçip ilâhî alana ulaşamaz. Bu yüzden zihinsel gayretini, bu kürelerin işlevlerini ve onları yönlendiren ruhların niteliklerini kavramaya hasretmelidir. Pratik alandaysa astroloji ilmi, semavî güçler, insan davranışları ve mineral, bitki, hayvan gibi yeryüzü varlıkları arasında bulunduğu varsayılan üç yönlü ilişkinin incelenmesiyle ilerleyecektir. Bu yaklaşım dışarıdan mistik ya da okült görünebilir ama Ebu Ma'şer, çalışmalarına sağlam bir temel sağlamak adına, gezegenlerin konumlarının hesaplanmasına imkân veren geometrik ve astronomik veriler elde etmekte kullanabileceği yeni ve gelişmiş bir *zic* hazırlamaya yoğun emek sarf etmiştir.

*Birleşmeler Kitabı* [*Kitabu'l-kırânât*] adlı bir başka eserinde Ebu Ma'şer, beşeri güç ve müesseselerin yükseliş ve çöküşleriyle, Ay, Güneş ve gezegenlerin kavuşma konumlarını ilişkilendirmiş ve böylece astrolojiyi tarih alanına uygulamayı denemiştir. Bu eserinde Abbasi halifesinin ve hatta İslâm'ın kendisinin zamanı geldiğinde tarihî yıkıma maruz kalabileceğini ileri sürmek cesaretini göstermiştir. Tarihsel teorilerinin belki de en sansasyonel olanı; dünyanın, yedi gezegenin bir hizaya geldiği Koç Burcu'nun ilk derecesinde yaratıldığı ve gezegenler Balık Burcu'nun son derecesinde yeniden bir hizaya geldiklerinde yok olacağı teorisidir. Bu düşünceyi, gök cisimlerinin oldukça uzun bir zaman süreci içerisinde kendi özgün konumlarına geri dönecekleri inancına dayanan, Hindistan'ın *yuga* öğretisinden aldığı açıktır. Ebu Ma'şer'in özgün çalışmalarının, onikinci yüzyılda Latinceye çevrilmesi, Avrupa'da astrolojiye yönelik ilginin yeniden dirilmesine yol açmış, ünü giderek yayılmış ve etkisi on yedinci yüzyıla dek sürmüştür. (Astrolojinin itibarını yitirdiği bu yüzyılda Dryden, *Albumazar* adlı oyununda onu sahtekâr bir *Faust-figure*[3] olarak betimledi.)



Bu baş döndürücü düşünsel faaliyette İslâm dininin tavrı neydi? Cevap, ilâhî olanın bilgisinin sadece peygamber tarafından ortaya konabileceği inancıydı. Oysa Ebu Ma'şer için, ilâhî olanın bilgisine giden, salt dinî olmayan, bilimsel araştırmaya müsait başka yollar da vardı. Düşünceleri İslâm dünyasının her tarafında tanındı ve incelendi ama bunların İslâm biliminin bir parçası olup olmadığı son derece tartışmalıydı. Öyleyse çalışmaları nasıl böyle otorite konumu kazandılar? Bu sorunun ardında paganların, Müslümanların ve Hıristiyanların, vaatlerini yerine getirmekteki yetersizliği apaçık ortada olsa da astrolojiye yine de güvenmeye devam etmeleri yatar. Bu mesele ancak, astrolojinin tabiat ve insan dünyasındaki belli sorunları sahiden anlamlı kıldığını kavramakla açıklanabilir. Öncelikle astroloji, gök cisimlerinin karmaşık hareketlerinin, bizimkinden farklı bir düzlemde bulunan bir irade ve zekanın ifadeleri olduğunu varsayıyor ve onları bu inançla yorumluyordu. İkincisi; insan kaderinin iniş çıkışları, zenginlik ve gücün bir ferdten diğerine geçişi gizli yasaların konuları olarak görülüyordu ve bu yasaları kavrayabilmek ihtimali gerçekten de cazipti. Dindar adam, astrolojinin ilâhî iradeye ters düşmediğini savunabilir çünkü astroloji Tanrı'nın evrende yarattığı yasaları aydınlığa kavuşturma çabasından başka bir şey değildir. Son kertede kuşkusuz ne astronomik ne de insanî sırlar açığa çıkarılabildi ama bu sırlar o çağ için inandırıcı terimlerle ifade buldular. Ebu Ma'şer belki büyük bir bilim adamı olarak nitelenemez ama bilim tarihinde önemli bir yere sahiptir. Çünkü İslâmî çağın ilk döneminde, mevcut düşünce akımlarını sentezlemiştir. Astroloji, bilimin heyecan verici esrarlı yönlerini temsil etti; Yunan olmayan, kesinlik taşımayan ama Doğulu, mistik ve cezbedici yönlerini...

### Abbasîlerin Altın Çağı

Huneyn bin İshak ve Ebu Ma'şer ile aynı çağda, matematikçi Harizmî, felsefeci Kindî ve astronom Fergânî, *Darü'l-hikme*'de, İslâm biliminin ilk altın çağını oluşturan çalışmalar yaptılar. Harizmî'nin

3 Özellikle Alman edebiyatında bazı romanlara konu olan hayalî bir kahraman. Önceleri bir din adamıyken daha sonra ruhunu şeytana satmış, büyücülükle uğraşmış ve karanlık işlere karışmıştır. Bu tipten adamları nitelendirmekte kullanılan bir ifadedir. (ç.n.)

(M.S. 790-850) ünü, matematikte gerçekleştirdiği iki büyük yenilikte yatar: Cebiri (*Algebra*) ve Hint rakamlarını kullanması. *Cebir* sözcüğü onun, sırasıyla restorasyon (sadeleştirme) ve denkleme anlamlarına gelen (*Kitâbu'l-muhtasar fî hisâbi*) *el-Cebr ve'l-mukâbele* isimli eserinden gelir. Cebir'in iki temel işlemi, negatif niceliklerin denklemden çıkarılması ve pozitif niceliklerin eşitliğin her iki yanında sadeleştirilmesiydi. Harizmî çalışmasının amacını; insanların sürekli karşı karşıya kaldıkları, mirasın paylaşımı, taksimat, hukuk davaları, ticaret, arazi ölçümleri, kanal kazıları, geometrik hesaplamalar ve benzeri meselelerin tümünde geçerli olacak, aritmetikteki en kolay ve kullanışlı yöntemi bulmak olarak açıklıyordu. Tüm bu sorunları birkaç standart forma nasıl indirgeyeceğini, restorasyon-sadeleştirme (*el-cebr*) ve denkleme (*el-mukâbele*) süreçleriyle açıklıyor ve böylece örneğin;

$50 + x^2 = 29 + 10x$ gibi bir denklemi; $21 + x^2 = 10x$ şeklinde sadeleştiriyordu.

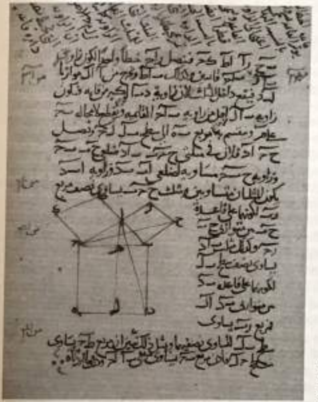
Kendisinden önce bu alanda çalışan Mısırlılar ve Babilliler gibi Harizmî de, modern cebirde kullanılan işaret sistemine erişemedi. Ama hesaplarını, kendi adından bozma bir sözcükle *algoritma* diye adlandırdığımız yöntemle, sözel, retorik biçimde ifade etti. Böylece;

$$(^x/3 + 1)\ (^x/4 + 1) = 20$$

şeklinde yazdığımız bir problemi Harizmî şu şekilde ifade ediyordu: "Bir nicelik: Onun üçte birini ve bir dirhemi, aynı niceliğin dörtte biri ve bir dirhemle çarptığımda yirmi olur." (*Dirhem*: Paranın bir birimi, burada 1 ile simgeleniyor.) Algoritma ayrıca düz alanların ve katı cisimlerin hacimlerinin hesaplanmasında da kullanıldı ve bu hesaplar henüz çok derin bir düzeye ulaşmamış olsalar da formüllerin ayrıntılı yapısı, matematikte yeni bir gelişmenin başlangıcı oldu.

Getirdiği diğer yenilik, bugün "Arap rakamları" dediğimiz Hint rakamlarını İslâm bilimine tanıtmış olmasıdır ki bu öncekinden de büyük bir çığır açmıştır. Araplar önceden beri rakamları değişik harflerle ifade ediyor ve yüksek değerler için, Roma rakam sisteminde olduğu gibi, hesaplanması güç terkipler oluşturuyorlardı. Harizmî, Hindistan'da altıncı yüzyıldan beri kullanılmakta olan ondalık basamak-değer sistemini İslâm dünyasındaki çağdaşlarına tanıtan ilk isim oldu. Genelde Harizmî'nin sıfırın kullanımını matematiğe sokan isim olduğu söylenir. Yunanlı matematikçiler ve diğerleri, belli bir sayının yokluğunu çeşitli biçimlerde belirtiyorlardı ama Harizmî'nin yaptığı,





et-Tûsî'nin bir eserinin el yazması nüshasında Pythagoras teorisi.

sıfırı Hint-Arap basamak-değer sistemi bağlamında sağlamca konumlandırmak oldu. Harizmî'den bir yüzyıl sonra Şamlı matematikçi el-Üklidisî Hint rakamlarını ondalık kesirlerde ufuk açıcı biçimde kullandı. Esnek yapılı Hint rakamları ve ondalık sistemle birlikte abaküsler nihayet terk edildi ve yerini kağıt, kalemle yapılan hesaplamalara bıraktı. Üklidisî'nin adı, bize onun, Öklid'in çalışmalarını çoğaltarak satan profesyonel bir müstensih olduğunu göstermektedir ki bu da İslâm toplumunda matematiğin ne denli önemli bir yeri olduğuna delildir.

Kindî (M.S. 801-866) geleneksel olarak, "ilk Arap felsefecisi" diye bilinir ve vahiy dini ile rasyonel felsefeyi uzlaştırmak için büyük çaba harcamıştır. Yunan filozoflarının hakikatinin peygamberlerinkiyle aynı olduğunu, ama peygamberlerin bu hakikati vahiy yoluyla doğrudan ilâhî iradeden edindiklerini, filozofların ise aynı hakikati disiplinli akıl yürütme faaliyetleriyle tedricen keşfettiklerini savundu. İnsan yaşamı-

nın günahlardan arındırılması hem filozofların hem peygamberlerin önerdikleri yaşam biçimiydi ve ikisinde de nihaî amaç, ilâhî olanın kavranmasıydı. Kindî üretken bir araştırmacıydı: Optik, tıp, eczacılık ve müzik teorisi üzerine kapsamlı çalışmalar kaleme aldı. Geçmiş dönemlerin kazanımlarını muhafaza etmeye ve onları aklın ışığında sınamaya daima özen gösterdi. Eğer Kindî Arap felsefesinin kurucusu olarak kabul edilecekse, Fergânî de astronomide benzer bir konuma sahiptir. Batlamyuscu bilimin öyle açık ve etkileyici bir özetini yaptı ki eserin Latince tercümesi Batı'da on altıncı yüzyılda bile kullanımdaydı. Matematiksel olmayan bir dille Fergani, Batlamyus'un gezegenler sistemi ve yıldız kataloglarıyla ilgilenmekle yetinmemiş, onun evrenin boyutlarına dair teorisi ve dünya coğrafyası üzerine de araştırmalar yapmıştı. Ayrıca, 9. yüzyılda astronomlar tarafından çokça kullanılan bir alet olan ve incelik ve dakikliğiyle bilimin ve onun İslâm dünyasındaki üstadlarının becerilerinin güzel bir sembolü haline gelen usturlabın en geniş ölçekli türlerinden birini tasarladı.

Usturlab çapı 4 ilâ 12 inç* arasında değişen bir el aletiydi. Biri diğerinin üzerine oturtulmuş iki düz plakadan oluşmaktaydı. Ağ (rete) olarak adlandırılan üstteki plaka, üzerine belli parlak yıldızların konumlarını gösteren ibreler hakkedilmiş bir çerçeveyle çevrelenmişti. Alt plakanın üzerine ise yerel gök koordinatlarını simgeleyen çizgiler oyulmuştu ki bunlar belli bir enlem noktasında, ufka göre belirlenmiş yükseklik ve azimutları göstermekteydi. Üst plaka alt plakanın üzerinde döndürüldüğünde, yıldızlar gökyüzünde konumlanıyor ve alet kuzey yarıküre göğünün haritası oluyordu. Üst plakanın, gök kutuplarını simgeleyen merkez nokta etrafında dönüşü, belli bir verili zaman ya da mevsimde, gökyüzünde beliren yıldızların görünümlerini vermekteydi. Usturlab plakası, göksel yükselti ve azimutları belirten çizgileriyle sadece bir arzî enlem noktası için geçerliydi ama değişik enlemler için yeniden düzenlenebilmekteydi. Sonraları, tüm enlemler için geçerli olacak genel bir usturlab türü geliştirildi ama işleyişi daha karmaşıktı ve yaygın bir kullanım elde edemedi. Usturlab, yıldızların konumlarının, gök ekvatoru düzlemine yansıtıldıkları (dünyanın küresel yapısının, düz bir yüzey üzerine yansıtılmasında olduğu gibi) stereografik izdüşüm prensibiyle iş görür. Bu izdüşüm teorisi Batlamyus ve diğer Yunan astronomlarınca da iyi biliniyordu ve hatta usturlab benzeri aletler, günümüze ulaşmamış olsalar da, olasılıkla klasik çağda da yapılmıştı. İslâm astronomları usturlabı, Güneş, Ay ve yıldızların, verili herhangi

* 4-12 inç: yk. 10-30 cm



bir zamanda, gözlemcinin zenitine[4] ve ufuk çizgisine göre konumlarını hesaplamakta kullandılar. Alet doğu ve batı ufuklarının ekliptik derecelerini ve boylamların kesişimini hesaplamakta kullanıldığı için astrolojide önemli bir işleve sahipti. Çünkü ekliptiğin yükselen noktası, alçalan noktası ve orta-gök gibi kavramlar horoskop hazırlanışında önemliydi. Usturlab aslında göğün bir benzeri, mekanik bir modeliydi. Yapısı ve kullanımı, küresel geometriye ve gök cisimlerinin hareketlerine dair oldukça derin bir kavrayışa dayanıyordu. Astronomların kullandıkları önemli bir diğer araç, *zic* adı verilen ve gök cisimlerinin konumlarının hesaplanmasında kullanılan bir matematiksel formülasyon çizelgesiydi. Zicin matematik temelleri Batlamyus'tan türetilmiş ve hem Hindistan'a hem de bütün bir İslâm dünyasına yayılmıştı. Bir zic, küresel geometri, güneş ve ay çizelgeleri, gezegen hareketleri, bir yıldız katalogu, bir ölçüde coğrafya bilgisi ve astrolojiye ilişkin temel bilgiler içeriyordu. Başlıca astronomlar tarafından zaman zaman gözlemlerde ve hesaplama yöntemleri geliştirmekte kullanılan yeni zicler derlendi. Usturlab ve zic birlikte ele alındıklarında, İslâm'ın, altıncı ve onüçüncü yüzyıllar arasında, Batı astronomisi karşısındaki muazzam üstünlüğünü simgelerler. Usturlabın ve zic çalışmalarının Avrupa'da tanınmaya başlanmasıyla *zenit, azimut*[5] ve *nâdir* gibi Arapça astronomi terimleri Batı dünyasının bilim terminolojisine girmiş oldu.

## İranlılar, Endülüslüler ve Diğerleri

Pagan biliminin İslâm uygarlığına ithali ve Ebu Ma'şer ve Kindi gibi düşünürlerin ona temel ve felsefi bir önem atfetmeleri, ortodoks Müslümanlar arasında bir muhalefete yol açtı. M.S. onbirinci yüzyılda, mistik Gazzâli, *Tehâfutu'l-felâsife* adlı eserinde, *felasife*nin (*philosophia* sözcüğü için Arapçada uygun bir karşılık yoktur bu yüzden sözcük aynen alınmıştır) yöntemlerini sistematik biçimde çürütmeye girişti.

4 *Zenit*, bir kimsenin, gökyüzüne baktığı zaman, gökte tam başının üstündeki düşey doğrultu üzerinde yer alan gök küre noktasıdır. Bunun tam karşıtı olan *nadir* sözcüğü ise, bir kimsenin tam altından başlayıp, yerin merkezinden geçip giden düşey doğrultu üzerinde yer alan gök küre noktasını ifade etmekte kullanılır. (ç.n.)

5 Bir nokta ve bu noktadan gözetlenen bir gök cisminin merkezinden geçen doru ile kuzey-güney doruItusu veya başucu (*zenith*) doğrultusu arasında kalan ve saat ibreleri yönünde ölçülen iki taraflı açılardan her biri. (ç.n)

On dördüncü yüzyıl başlarında, bilimin ve mantığın Yunan temelli ilkelerinin, vahiy dini ile tümüyle uzlaşmaz olduğunu savunan hukukçu İbn Teymiyye'nin tutumu daha da sertti. Yine de Bağdat'taki bu ilk bilimsel deneyim kısa bir altın çağ olarak kalmadı. Akılcı cephe ortodoks cepheye galip geldi ve İslâm bilimi Kahire, İran, Orta Asya, Sicilya ve İspanya gibi diğer merkezlere yayılarak beş yüz yıl boyunca gelişimini sürdürdü. İran'da, İslâm'ın ilk büyük hekimi Râzî (M.S. 854-925), Batı'da bilinen adıyla *Rhazes* hastanelerde yöneticilik yaptı ve klasik yazarların hastalık tanımlamalarını kendi gözlemleriyle karşılaştırdığı geniş kapsamlı tıbbî çalışmalar kaleme aldı. Galen'in takipçisiydi ama eleştirel bir tutumu vardı. Hatta çalışmalarından birini *Galen'e Dair Kuşkular* [*Kitâb fi'ş-şukûk alâ Câlinûs*] olarak isimlendirmişti. Geçmiş düşünürlerin en büyüklerinin bile, sadece eğreti çözümler geliştirebildiklerini savunarak bilim ve felsefede anti-otoriter bir tutumu savundu. Mesela evrenin uzamda sonlu olduğuna dair Aristotelesçi aksiyomla kesin bir görüş ayrılığı içindeydi. Çünkü akıl bize, uzamı belirleyen cisimler yok olsalar bile *mutlak uzamın* yine de varolacağını öğretmektedir. Râzî kurumsal din anlayışını hor görüyor ve onu insanın düşünsel özgürlüğüne bir hakaret sayıyordu. Bir heretik[6] olarak İslâm'ın hoşgörülü düşünce iklimi için bile fazla olan bu düşüncelerini rahatsız edilmeden yazıp öğretebildi. Ebu Ma'şer gibi Râzî'nin de yaşadığı dönem ve kullandığı dil itibariyle İslâm biliminin bir parçası olduğunu ama kültür ve inanış biçimiyle ondan ayrıldığını görüyoruz.

Râzî'nin ondan daha meşhur olan İranlı halefi İbn Sînâ (Batıda *Avicenna* olarak bilinir) tıbbı felsefe ile, ama dinî türden, derinlikli bir felsefe ile birleştirdi. İbn Sînâ (M.S. 980-1037) İslâm dinini, bir yandan doğaya yönelik Aristotelesçi tutumla, diğer yandan Platoncu idealizmle bağdaştırmaya çalıştı. Din ve bilim ilâhî olana varan ikiz yollardır çünkü herşey Tanrı'dan çıkmıştır ve tekrar Tanrı'ya dönmek için arzu duyar. Evrenin, zaman, hareket, oluşum gibi fizik özelliklerinin, birbirleriyle ve ilâhî yaratıcıyla bağlantılı olduğu karmaşık bir metafizik sistem kurdu. Düşüncesinin tüm yönelimi, bu dünyadaki şeyleri ve onlarda işlediği farz edilen güçleri metafizik kategorilere ayırmaktı. Tutucu inananların onun derin düşünsel yaklaşımına neden büyük bir kuşkuyla yaklaştıklarını anlamak zor değildir. Bir fizikçi olarak İbn Sînâ, herhangi bir özgün keşfinden ziyade ayrıntılara yönelik olağanüstü dikkatiyle göze çarpar. Galen'in dört mizaç ve üç bedensel sistem

6 Kabul gören inanışlara karşı çıkan, onları reddeden insanlara verilen sıfat. Genellikle "dindışı" anlamına gelecek biçimde kullanılır. (ç.n.)



öğretisini benimsedi. Büyük eseri *el-Kânûn [fi't-tıbb]* (*Tıp Kanunu*) hijyen uygulamaları, tedavi, ilaçlar ve cerrahi üzerine milyonlarca sözcük içerir ve vücudun tepeden tırnağa bütün parçalarının hastalık belirtilerinin ayrıntılı dökümünü verir. Eser, 12. yüzyılda Latinceye çevrilmiş ve 1473'te ilk kez basılıp 17. yüzyıla dek Avrupa'nın bazı üniversitelerinde standart bir ders kitabı olarak okutulmuştur.

Daha büyük bir kalıcılık, yüzlerce yıldıza adlarını veren ve bu adların birçoğu bugün dahi kullanılan [Abdurrahman] es-Sûfî'nin (M.S. 903-986) çalışmalarına nasip olmuştur. Yunanlılar sadece bir avuç yıldıza ad koymuşlardı; Sirius ve Arcturus gibi. Oysa Araplar çok daha fazlası için geleneksel isimlere sahiptiler ve bu isimler *Aldebaran* [ed-Deberân] ve *Algol* [Re'sü el-Ğûl] örneklerinde olduğu gibi karakteristik olarak "el" önekiyle başlıyordu. es-Sûfî'nin yıldızları adlandırma çalışmaları, onun, Batlamyus'un *Almagest* adlı eserindeki yıldız katalogunu yeniden düzenleme çalışmaları bağlamında gerçekleşti ve isimlerin çoğu yıldızların, içinde bulundukları yıldız takımındaki konumlarından türetilmişti. Mesela *Orion* takımyıldızındaki *Mintaka* "kemer" anlamına gelir, *Pegasus*'taki *Markab* ise "omuz" demektir. es-Sûfî Batlamyus'un, yıldızların konumlarına, büyüklük ve renklerine ilişkin verilerini yeniden gözden geçirdi ve tüm gök boylamlarını doğru bir şekilde hesapladı. Bu hesaplar onun M.S. 964 yılında presesyonal hareketi (precessional movement) keşfetmesine imkan sağladı. es-Sûfî'nin *Sabit Yıldızların Karşılıklı Konumları Üzerine* [*Kitâbu suveri'l-kevâkibi's-sâbite*] adlı eseri, çokça istinsah edildi, takımyıldızlara ilişkin incelikli tablolarıyla büyülendi ve yazarı Batı'da *Azophi* adıyla ünlendi.

İranlı büyük bilimcilerin sonuncusu, Batı'da şair yönüyle bilinen meşhur Ömer Hayyam'dır (M.S. 1048-1131). Yıllarca İsfahan'da rasathane yönetti, önemli takvim reformları gerçekleştirdi. Öklid'in yöntemlerinin birçoğunu açıklayıp yorumlayan orijinal bir matematikçiydi. Geometrik cebirde önemli gelişmeler sağladı ve müzikal intervaller teorisine katkılarda bulundu. Kadercilik, kinizm ve tensel estetizmin olağanüstü bir harmanı olan şiiri, sınıflandırmalara meydan okuyor ve onu yaşadığı dönemin şartlarında, kaçınılmaz şekilde ateizm şüphesi altına sokuyordu.

İran'ın ince dehası ve düşünce keskinliği, altın ve mücevherlerin tartılmasında kullanılan müthiş bir hidrostatik terazi başta olmak üzere birçok bilimsel alet yapan ve betimleyen [Abdurrahman] el-Hâzinî'nin çalışmalarında uygulamaya dönük bir biçim kazandı. Sözkonusu terazi, yapımcısı tarafından *Mîzânü'l-hikme* (*Hikmet Terazisi*) olarak adlandı-

rıldı ve 4 kilogram civarında bir ağırlık için yüz binde bir parçaya kadar bir hassasiyete sahipti. Hâzinî şaşırtıcı bir mistikti ve terazisini, doğruyu yanlıştan, kıymetliyi kıymetsizden ayıran ilâhî adaletin bir sembolü olarak gördüğünü yazdı. Metallerin ve diğer bazı maddelerin özgül ağırlıklarını ölçümleyebiliyordu. Fiziksel etkiler üzerine terazisiyle yaptığı çalışmalar sonuçsuz kalsa da ona bu konuda çağına göre hayli ileri spekülasyonlar yapma imkânı sağladı.

İskenderiyeli Heron geleneğinde makineler ve otomatlar tasarlayan Cezerî'nin (M.S. tah. 1200) çalışmaları belki daha az ileriydi ama daha az ilgi çekici değildi. [Ebu'l-izz] el-Cezerî'nin, [*Hüner Ürünü*] *Mekanik Aletler Bilgisi Üzerine* [*Kitâb fî ma'rifeti'l-hiyeli'l-hendesiyye*] adlı eseri su saatleri, çeşmeler, kilitler, pompalar ve daha birçok aletin çizimlerini içerir. İlgi çekici olmaları bakımından tasarımlar ustacadır ama çalışma prensipleri itibariyle asla geniş bir kullanıma kavuşamamışlardır. Bunun nedeni fiziksel etkiler üzerine bilgisinin sınırlı olması mıydı? Çünkü yeterli düzeyde bir güç, küçük ölçekli bir etki doğuracak biçimde yönlendirilebiliyordu ama kuvvet belli bir noktanın üzerine çıktığında alet işlemez oluyordu. Bunun nedeni iş gören bir alet olarak makine anlayışının olmaması mıydı ya da kol gücünün yetersiz kaldığı işlerin yokluğu muydu?

Yunan modellerinin İslâm bilimi üzerindeki etkisi çok büyük olsa da aykırı sesler de vardı. Batlamyus'un sarsılmaz konumu bile, onun bazı geometrik modellerinin dairesel hareketin değişmezliği prensibine aykırı olduğunu ve bu modelleri fiziksel gerçeklerle uyuşturmanın imkânsızlığını savunan İbn Heysem'de (M.S. 965-1040) sert bir eleştirisini buldu. İbn Heysem'in en özgün olduğu alan, deney ve tümevarımla çalıştığı ışık ve görme teorisiydi ve geçmiş otoritelere duyduğu kuşkuyu burada bir kez daha ifade etti. Açıldığı anda gözden bir tür parlaklığın çıkarak tüm göğü aydınlatabileceğini öne sürmenin saçmalığına işaret ederek klasik gözden çıkan görme konisi anlayışını reddetti. Yerine, ışık kaynağı olan cisimlerden yayılan birincil (*primer*) ışığın diğer cisimlerce alındığı ve böylece onların da birer ışık kaynağı haline geldikleri tezini savundu. Böylece İbn Heysem, objelerin görünürlüğünü ışığın yansımalarına bağlayan düşünceye giden yolda önemli bir adım attı. İbn Heysem, kaynağındaki her noktadan, tüm yönlere doğru düz bir hat izleyerek yayılan ışık şuaları kavramını ilk kez kullandı; bu, objelerin kendilerinden eşevreli görüntüler yaydıkları yollu klasik teoride çok önemli bir gelişmeydi. Renklerin ışıktan ayrı olduğunu, ama daima onunla birlikte hareket ettiklerini düşündü. Işık şuaları mercekler vasıtasıyla odaklanıyor, objelerin biçimleri gözün içinde böylece şekil kazanıyor, daha sonra bu şekil görme sinirleri vasıtasıyla beyne iletiliyordu. Yansıma ve kırılmanın matematik çözümlemelerini ve *camera obscura*nın[7] geometrisini belirledi. Çalışmaları hem Doğu'da hem Batı'da yüzyıllarca belirleyici oldu ve *Alhazen* (İbn Heysem'in Latincedeki adı) çevirileri Kepler, Fermat ve Descartes tarafından incelendi. Üç yüzyıl sonra İbn Heysem'in çalışmaları, Kemaleddin [Farisî] (öl. M.S. 1320) tarafından geliştirildi. Kemaleddin, önceki düşünürlerin yanıldıkları, gökkuşağındaki ışığın temel geometrisinin bir bölümünü başarıyla açıkladı. Cam kürelerle yaptığı deneylerde, güneş ışığının yağmur damlasında iki kez kırılıp, bir kez yansıdığını gösterdi. Bununla birlikte renkleri beyazın öğeleri olarak analiz edebilecek durumda değildi.

İslâm biliminin ve onun Yunan modellerinin doğurduğu düşünce akımı batıda İspanya'ya, Müslüman Endülüs devletine ulaştı. Burada, sanat ve bilimin hâmisi Emir II. el-Hakem (M.S. 961-976), Bağdat'ın bir yüzyıl önceki başarılarıyla rekabet ediyordu. Bağdat gibi Endülüs de dini/kelâmî düşünce ile Yunan felsefesi arasında sürekli bir savaşa sahne oluyordu ve el-Hakem'in ölümünden sonra bilimsel eserlerin yakıldığı ve felsefenin yeraltına sürüldüğü bir reaksiyon hareketi başladı. Hanedanın değişmesiyle yeniden bir uyanış oldu ve Endülüs'ün büyük bilim adamlarının çoğu 12. yüzyılda ortaya çıktılar. Endülüs bilimi, düşünsel anlamda, katı biçimde Aristotelesçiydi. İbn Rüşd'ün ya da Batı'daki adıyla *Averroes*'in (M.S.1126-1198) olağanüstü Aristoteles şerhleriyle bu tutum doruğuna ulaştı. İbn Rüşd dindar ve vahye inanan bir insandı ama doğanın ve insan düşüncesinin yapısının ancak Aristoteles bilimi, mantığı ve metafiziğiyle anlaşılabileceğine inanıyordu. İbn Rüşd, "sürekli yaratma" düşüncesini ileri sürerek, Aristotelesçiler tarafından sıklıkla kullanılan dünyanın ezeli ve ebedi olduğu tezini, din ile uzlaştırmaya çalıştı. Sürekli yaratma tezi, evrenin ezeli ve ebedi olmasına elveriyor, yine de onu daima Tanrı'ya bağlı kılıyor ama aynı zamanda doğanın, hep yeniden ve yeni biçimlerle ortaya çıkması sonucunu doğuruyordu. Bu anlayışta, sadece Tanrı'nın kendisi nedensiz ve kendi kendisine yetendi. Evrimciliğin bu ustaca tarzı, sonraki Batı düşünürlerinin çok ilgisini çekti. İbn Rüşd ve Kurtubalı büyük astronom Bitrûcî (M.S. 1190), Batlamyus'un *Almagest*'te ortaya koyduğu evren modelinin karmaşıklığından derin bir hoşnutsuzluk duyuyorlar ve bu sistemin Aristoteles fiziğine uymadığını düşünüyorlardı. İbn Rüşd "Günümüz astronomi bilimi, kendisinden mevcut bir gerçeklik elde edebileceğimiz hiçbir şey sağlamıyor" diye yazıyordu. Bitrûcî,

7 Karanlık oda anlamında Latince sözcük. Bir ucunda bir mercek, öteki ucunda görüntüyü ekrana gönderen bir yansıtıcı bulunan ve ışık deneylerinde kullanılan bir kutunun adıdır. (ç.n.)

Batlamyusçu dış çemberler ve dış merkezler anlayışını reddederek yerine, her kürenin bir diğerine teğet olduğu, tamamen dairesel bir göksel hareketler modeli önerdi. Albertus Magnus gibi Batı düşünürleri bu alternatif sistemle çok ilgilendiler ve Batlamyusçu modele karşı bu modelin erdemlerini savundular.

İbn Rüşd ve Bitrûci ile çağdaş olan büyük coğrafyacı İdrisî (M.S. 1100-1166) Kurtuba'da eğitim görmekle birlikte en önemli çalışmalarını Norman kralı II. Roger'in Sicilya'daki sarayında gerçekleştirdi. Bu saray, uluslararası niteliğiyle diğerlerinden ayrılıyordu. Roger'in emrinde İdrisî, orta çağların en ayrıntılı dünya haritasını derledi. Büyük ölçüde Batlamyus'u temel almış ama haritasını İslâm dünyasından ve Avrupa'dan derlediği verilerle zenginleştirmişti. Bu haritada bilinen dünya –Avrupa, Asya'nın büyük bir kısmı ve Kuzey Afrika- yedi enlemsel iklime ve on boylamsal bölgeye ayrıldı ve bu yetmiş bölgenin her biri, ülkeleri ve insanları betimleyen açıklayıcı metinlerle, ayrıntılı biçimde haritalandı. Haritanın orijinalinin gümüş üzerine hakkedildiği düşünülüyor. Ama kısa sürede el yazması kopyaları yapıldı. Bu ölçekte bir dünya haritası, o dönemde, Batı'daki örneklerinden çok ilerideydi. İdrisî'nin çalışmaları, sadece İslâm devletini haritalayan, Hıristiyanlığın Kudüs merkezli *mappae mundi*leri[8] gibi Mekke'yi merkeze alan yetersiz ve şematik diğer haritaların tersine özel ilgiler içeriyordu. Bilinen dünyanın tamamını gezen, Yunan, Roma, Hint ve Pers mirasına İslâm devletlerininkine denk bir ağırlık vererek tarihî ve coğrafi çalışmalar kaleme alan Bağdatlı düşünür Mes'ûdî'nin (öl. M.S. 956) çalışmalarında, coğrafyaya yönelik daha seküler bir yaklaşım gelişti.

11. yüzyıldaki dinî çatışmalardan hemen önce, Müslüman İspanya'da büyük tıp otoritesi Ebu'l-Kâsım (M.S. 936-1013) yetişti. Büyük çaplı bir tıp ansiklopedisi hazırladı. Bu ansiklopedinin cerrahi ile ilgili kısımları bu alanda orta çağların en gelişmiş ve etkileyici çalışmasıydı. Birçok yeni alet tasarladı ve kulak poliplerinin çıkarılması, kadınlarda mesane taşlarının alınması ve hidrosefali[9] operasyonlarıyla ilgili ilk doğru tanımlamaları yaptı. Aynı zamanda usta bir eczacıydı ve mineral karışımları ve bitkisel ilaçlarla da ilgilendi. Tedavide psikolojik boyutun açıkça farkındaydı ve afyon türünden ruh hâlini değiştirici ilaçların belli durumlarda kullanımını savundu.

---

8 Dünya haritası anlamına gelen Latince tamlama. (ç.n.)

9 Özellikle küçük çocuklarda görülen, beyinde su toplanması sonucu akli yeteneklerde zayıflığa yol açan hastalık. Sözcük genellikle "beyin suyu" anlamında kullanılır. (ç.n.)





Büyük matematikçi et-Tûsî, Cengiz Han'ın torunu Hulagu Han'ın Meraga'da (bugünkü Azerbaycan'dadır) kurdurduğu rasathaneyi yönetti. Bu onbeşinci yüzyıl el yazması et-Tûsî ve asistanlarını çalışırken gösteriyor.

yaşamı oluşturan unsurlardan, hayatın kendisini meydana getirmenin imkânı üzerine düşündü. Doğanın ahengine dair bazı Kur'an ayetlerinin alegorik yorumlarını yaparak amacını dini bir çerçeveye oturtmaya çalıştı ama bu türden bir çabanın tutucu Müslümanları neden kızdırdığını anlamak kolaydır ve doğanın sırlarına ilişkin simya çalışmaları İslâm biliminde asla merkezi bir öneme sahip olmamıştır. İslâm tatbiki zanaatları, bu zanaatlarla uğraşan zanaatkârların, kimya alanında, pratik düzlemde de olsa hatırı sayılır bir ustalığa sahip olduklarını göstermektedir. Yüksek düzey metal işleri, kumaş boyamacılığı ve seramik sırlama gibi zanaatlar, edinilmesi güç yetenekler gerektirmekteydi. Kimya ve simya metinleri Latinceye çevrildiğinde, *alkali*, *alkol*, *kafur*, *realgar*,[10] *talk* ve *boraks* gibi, Latincede karşılığı olmayan Arapça kökenli birçok teknik terim de Batı dillerine geçmiş oldu.

### Dinî Bir Kültürde Bilim

İslâm biliminin doğasını belirlemek son derece zordur. Çünkü belli temel sorular, ısrarla cevapsız kalmaktadırlar. İslâm düşüncesi ne kadar türdeşti? İspanya'daki, Mısır'daki, Arabistan'daki ve İran'daki düşünürler birbirlerinin etkinliklerinden tümüyle haberdar mıydı? Bilginin gelişimine ilişkin herhangi bir araştırmaya biçim ve tutarlılık verecek dönüm noktası mahiyetindeki keşifler neden mevcut değildi? Başlıca düşünürlerin çok yönlülükleri –tipik olarak, matematik, astronomi ve tıpta uzmanlaşmaları yine de başka dillerden çeviriler yapmaya, felsefe ve şiire katkıda bulunmaya vakit bulabilmeleri- bu soruların cevaplanması yolunda eksik bazı bağıntılar sağlamaktadır. Yunan otoritelerin -ya da matematik sözkonusu olduğunda Hintlilerin- etkisi öyle kuvvetlidir ki tüm düşünsel gelenek bazen Yunan modelinin geniş bir yorumu gibi görünür. Parlak keşiflerden mahrum olsa bile, bilimsel düşünceyle Hıristiyan Batı'dan çok daha ileri bir düzeyde ilgilenmiş olan İslâm'ın bilimsel pratiklerinin derinlik ve canlılığı yine de inkâr edilemez biçimde ortadadır. Hıristiyanlığın zihinsel enerjisi bütünüyle teolojik argümanlar geliştirmeye, İncil yorumlarına ve Kilise hukukuna akıtılmıştı. Kuşkusuz İslâm dini de kendi ilâhiyatçı ve hukukçularına sahipti ama dikkat çekici olan, bu kültürde sağlam bir rasyonel ve dünyevi düşünce geleneğinin serpilebilmiş olmasıdır ki, güya bu dinin

10 Arsenik sülfür. Arapça *rahcu'l-gâr* (mağara tozu) tamlamasından türetilmiştir.






Abdurrahman es-Sûfî'nin *Sabit Yıldızlar Kitabı*'ndan [Kitâbu suveri'l-kevâkibi's-sâbite] Perseus takımyıldızı. Onuncu yüzyıla ait bir el yazmasından alınmıştır. Eserde büyük ölçüde, Batlamyus'un *Almagest*'indeki yıldız kataloguna sadık kalınmıştır. es-Sûfî'nin illüstrasyonları 1.000'den fazla yıldızın konumlarını verir ve âdet olduğu üzere, takımyıldızları çift yönlü olarak gösterir: dünyadan göründükleri biçimiyle ve tersten, gökyüzündeki bir kürede göründükleri biçimiyle.

temel belirleyeni otoriter olmasıdır. Diğer kültürlerin birikimlerine yönelik bu açık görüşlülük İslâm düşünürlerinin daha en erken nesillerinde, Ebu Ma'şer'de, Kindî'de ve Râzî'de ortaya çıkar ve bir tarih bilimi geliştirmeye çalışan İbn Haldun'un (M.S. 1332-1406) çalışmalarında doruğuna ulaşır. İbn Haldun, insan topluluklarının tarihinin, insanın bilinçli denetiminin ötesinde, organik bir gelişme ve gerileme süreci olduğunu gördü. Bir çağdan ötekine miras kalanlar uygarlığın tohumlarını oluşturuyordu. Bu görüşte İslâm kültürü daha geniş bir sürecin bir safhasından başka bir şey değildi.

İslâm dünyasındaki birçok düşünür için dinî hakikat tek başına yeterli değildi. Evren ilâhî yasalarla işliyordu ve bu yasaların işleyişinin anlaşılmasına yönelik çalışmalara kapalı değildi. İslâm bilimine dair asıl soru, bu düşünsel etkinliğin neden böyle bir kültürde ortaya çıkmış olduğudur? Bu bilimsel araştırmayı, İslâm dininin kendisi mi teşvik ya da ilham etmiştir? Böyle bir soruya elbette kesin bir cevap verilemez ama ipucu, İslâm'ın, atılımcı bir fethetme ve hükmetme hareketi olarak karakterinde yatıyor olabilir: Acaba bilginin kendisi de fethedilmesi gereken bir ülke olarak mı görülmüştü? Hıristiyanlık ve Budizm gibi dinler bu dünyayı insanlık için geçici bir misafirhane kabul ederek bireyin kurtuluşunu merkeze aldılar. Ama İslâm dini başından beri, bir din olduğu kadar, aynı zamanda bir devlet ve hukuk sistemiydi; kuşatıcıydı ve nasıl Arap orduları yedinci yüzyılda bilinen dünyanın büyük bir kısmına yayıldılarsa, Arap düşünürler de dokuzuncu yüzyılda bilinen dünyanın bütün hikmetini ele geçirip mülk edindiler. Kur'an insanı yaratılmışların odağı ve en şereflisi olarak tanımlıyor ve doğadaki planlılığa, uyuma ve amaca kuvvetli bir vurgu yapıyordu. Bu, bilimsel çalışmaların sürdürülebilmesine imkân tanıyan müsamahakâr bir ortam sağladı. Ama bilimsel materyallere, verilere gereksiniliyordu. Müslümanlar, bir kılıç imparatorluğunun yanı sıra, tüm tebaalarından edindikleri düşünsel zenginliklerle bir akıl imparatorluğu da meydana getirdiler. Böylece İslâm bilimi gelişti ve klasik dünya ile erken dönem Batı bilimi arasında köprü olarak hayatî ve tarihî bir rol oynadı.



## *KISIM 2:* HIRİSTİYAN ÖĞRENCİLER

*Tıp, insanları hasta ediyor;*
*matematik onları mahzunlaştırıyor,*
*teoloji ise günahkâr yapıyor.*
Martin Luther

### Karanlık Çağ

M.S. 500 ile 1000 yılları arasında geçen süre, bazı haklı gerekçelerle, uzun süre Avrupa tarihinin karanlık çağı olarak bilindi. Çünkü bu uzun göçler, savaşlar ve küçük krallıklar dönemi boyunca klasik döneme ait bilimlerin cılız kalıntıları Hıristiyan manastırlarında muhafaza edildi. Yunanlıların mirası olan mantık ve metafizik, ilâhiyat tarafından, Tanrı'nın ve insanın doğası üzerine ortaya atılan kuramları temellendirmekte kullanıldı. Töz, doğa, form ve nitelik gibi felsefi kategoriler ağırlık kazandı. Doğa felsefesi zayıfladı ve bilimsel düşünce tarihi bu dönemde, birkaç sıradışı düşünürün ve birkaç önemli eserin bölük pörçük bir hikayesinden ibaret kaldı.

Sekizinci ve dokuzuncu yüzyıllarda Charlemagne'ın sarayında dikkat çekici bir entelektüel hadise gerçekleşti. Ama bundan önce, İngiltereli Aziz Bede'ye (672- 735) dikkat çekmek gerekir. Tüm yaşamını, Northumbria'daki Jarrow manastırında düşünsel çalışmalara ve eğitime hasreden Bede, kutsal kitaptaki meseleler ve tarihî olaylar üzerine çok sayıda yazı yazdı. Zamanın ölçümü gibi önemli bir konu üzerine çalıştı. Göçler ve insan topluluklarının karşılıklı karışım ve etkileşimleri, çeşitli kültürlere ait farklı zaman birimlerinin biraradalığını doğurmuş, dinî yaşamın tanziminde zaman önemli bir mesele haline gelmişti. Bede, zaman ölçümüne yönelik çalışmaları, *kompütüs* olarak bilinen ciddi bir uğraş haline getirdi. *De temporum ratione* isimli çalışmasında, takvim hesaplamalarının astronomik temellerini attı. Paskalya zamanının belirlenmesinde oldukça önemli yöntemler geliştirdi. Paskalya vakti sabit bir vakit değildi; çünkü Yahudilerin Hamursuz Bayramına göre belirleniyordu ama Yahudilerin dini tak-

vimi Ay esaslı bir takvimdi. Paskalya vaktinin belirlenmesi meselesi uzun süre can sıkıcı bir sorun olarak kaldı. Bede'nin bu meseleye katkısı bahar ekinoksunu müteakip dolunayın formülasyonunu çıkarmak oldu. Temel astronomi üzerine, zamanın saptanmasına ilişkin çalışmalarına temel oluşturan bir kılavuz kitap kaleme aldı ve klasik takımyıldızları belirledi. Bede, İsa'nın doğumunu tarihin miladı olarak kullanan ilk kişi oldu ve bu uygulama hızla bütün Hıristiyan alemine yayıldı. Lucretius'un *De natura rerum* adlı eserini yankılandırarak, Plinius ve diğer bazı düşünürleri kopya ederek Bede, doğa üzerine, yaratılışın altı günü olan *heksameron* anlayışına dayanan betimleyici ve genel bir metin kaleme aldı.

Bede, özellikleri itibariyle, kendi çağında eşi olmayan bir düşünürdü ama Charlemagne'ın sarayı başka birçok bilgine ve sanatçıya da ev sahipliği yaptı. "Karolenj Rönesansı" kavramı modern bir yakıştırma olmaktan çok ötedir. "Bizim zamanımız", diyor bir dokuzuncu yüzyıl şairi övünerek, "antik uygarlığa bir dönüştür; Altın Roma yeniden doğmuş ve yepyeni bir dünya yeniden canlandırılmıştır". Charlemagne sadece kendi sarayında değil ülkenin her yanında bilinçli bir eğitim reformu başlattı. Katedral ve manastır okullarının eğitim kadrosunu zenginleştirmek için dışarıdan düşünürler getirdi. Bede'den sonraki neslin İngiltere'deki önde gelen düşünürlerinden biri olan Yorklu Alcuin, bu Rönesans hareketine öncülük etmek üzere ülkeye davet edildi. Bu dönemde kopyalanan ve ders kitabı olarak okutulan klasik eserlerin en dikkat çekici olanı Aratus'un *Phaenomena*'sıdır. Astronomi üzerine temel bir inceleme olup, yıldız kümeleri ve gök kürelerine ilişkin resimler içerir. Charlemagne'ın bu konulara özel bir ilgi duyduğu bilinmektedir. Biyografisini yazan Einhard onun "yıldızların yönlerine ilişkin meraklı ve titiz araştırmalar yaptığını" yazıyor. Aratus'un eserlerindeki astronomi tasviri ve sathidir ama çalışmaları bilime yabancı olan bir çağda astronomi bilgisine itibar kazandırmıştır. Alcuin, Hıristiyan kültürünü zenginleştirmek ve antik çağdakinden daha ihtişamlı bir Atina yaratmak üzere gözünü Yunan mirasına dikti. Bu yeni Atina, İsa'nın öğretisiyle de yüceltilecek ve böylece Antik Çağ akademisinin bilgeliğini geride bırakacaktı. Alcuin'in bilime ilişkin bu düşü gerçekleşmedi çünkü Karolenj dönemi bilimsel düşünceden mahrumdu. Yine de bu çağın eğitim reformları, bilimin yeniden canlanması için gereken ortamı sağladı.

Bu ortamdan yararlanan düşünürlerin en dikkat çekici olanlarından biri, sonraları Papa II. Slyvester unvanını alacak olan Aurillaclı Gerbert'ti (945-1003). İslâm'ın ilmi zenginliklerine dikkat çeken ilk





Tekvin (Genesis) kitabından, gökyüzünün yaratılışını gösteren, on dördüncü yüzyıla ait bir resim. Ortaçağ bilimi Tanrı'nın yaratma etkinliğini akılleştirmeyi asıl görevi biliyordu.

Avrupalı olarak ilginç bir geçiş dönemi figürüydü. Aurillac'taki manastır okulunda eğitim gördükten sonra Pirene Dağları'nı geçerek Katalonya'daki Vich'e gitti. Böylece İslâm coğrafyasına epey yakınlaştı ve bu yakınlık onun İslâmî kaynaklardan etkilenmesine yol açtı. İspanya'da matematik ve astronomi üzerine hakimiyet sağlayarak Avrupa'daki diğer düşünürlere göre avantajlı bir konum edindi. Gerbert, Rheims'daki katedral okulunun yöneticiliğine tayin edildi ve burayı müstakbel kral ve piskoposların eğitim görmek için akın edecekleri bir entelektüel merkeze dönüştürdü. Gerbert Roma rakamlarının unsurlarını Hint-Arap sayı sembolleri ile birleştiren, çarpım ve uzunluk birimlerine olanak sağlayan orijinal formda bir abaküs tasarladı. Usta bir müzisyendi ve çeşitli orglar dizayn etti. Güneş saatleri yaptı, üzerinde gök çemberleri ve takımyıldızların işaretli olduğu bir evren sistemi modeli tasarladı. Böyle modeller İslâm bilimcilerince kullanılıyor ancak o dönemin Avrupa'sında bilinmiyordu. Gerbert Batı'da usturlab üzerine yazılmış belki ilk makalenin sahibiydi. Bu makale Arapçadaki örneklerinin doğrudan bir kopyasıydı. Gerbert, III. Otto'nun himayesi altında 999 yılında Papa oldu ve Karolenj Rönesansı'nı yeniden canlandırma hayalleri kurdu. Ama genç imparator 1002



Porphyry ağacı; bilginin, genellikle pitoresk ağaçlar ve tekerlekler şeklinde, hiyerarşik şema ve yapılar haline getirilmesine yönelik Ortaçağ uygulamasının bir örneğidir. Bu ağaçta insan türü, sırasıyla hayvan, ölümlü, rasyonel ve mantıklı olarak ifade edilir ve bu özellikler onun, dünyadaki eşsiz konumunu tayin eder.

yılında. Gerbert ise hemen ertesi yıl öldüler. Çağdaşları üzerindeki etkisi öylesine büyüktü ki, olağanüstü zekasını şeytanın hocalığına ya da onun için her soruyu cevaplayan esrarengiz bir kaynağa mâl eden efsaneler ağızdan ağza dolanır oldu. Pozitif bilimlere yönelik ilgisi ve İslâm dünyasıyla kurduğu keşifçi ilişki, Gerbert'in kariyerini Avrupa düşüncesinin gelecekteki yönelimlerinin habercisi kıldı.

Karolenj döneminde temelleri atılan kurumların bir sonucu mudur, değil midir tartışılır ama on ikinci yüzyıl, Fransa, Almanya, İngiltere ve İtalya'daki okullarda entelektüel hayatın canlanışına şahit oldu. Okullar, on üçüncü yüzyılda nihayet üniversitelere dönüştüler. Bu, elbette tek başına ele alınabilecek bir olgu değildir, Batı Avrupa'da ortaya çıkan şehir kültürünün beraberinde getirdiği zenginliklerle ilişkilidir. Siyasi sınırlar daha istikrarlı hale gelmiş, su dolabı ve boyunduruk gibi bazı önemli teknik yenilikler ortaya çıkmıştı. Besin kaynakları, nüfus seviyesi ve refah artmış, Ortaçağ Avrupa'sı kendine özgü yapılara ve özgün bir kimliğe gereksinim duymaya başlamıştı. Bugünkü anlamda bir bilimin odak haline geldiğini iddia etmek yanlış olur ama bu gelişmeler, Ortaçağın dünya görüşünü hem genişletti hem keskinleştirdi. Teoloji hâlâ düşünsel faaliyetin odağı durumundaydı ama Hıristiyan düşünürler iki meseleyle artan ölçüde ilgilenmeye başladılar: Birincisi, insan bilgisinin, özellikle de ilâhî olana ilişkin bilginin rasyonel temellerini belirlemek; ikincisi, insanın kendisini içinde bulduğu evrenin, rasyonel ve düzenli bir yaratım olduğunu ispatlamak. Bu kanıt, onun yaratıcısının da ispatı olacaktır. Doğal dünyanın ve kozmosun yapısının anlaşılması yolundaki çaba ve çalışmalar, bu meseleler ışığında daha önemli hale geldi. Gerçi, yaratılışa ilişkin *İncil*'deki ifadeler bize bir emrivaki, bir oldubitti sunuyor ama yaratıcının gerçekte işlettiği yapılar, mekanizmalar nelerdir ve bunlar rasyonel bir analize elverişli midir? Bu soruların cevaplanmasında yegâne rehberler, gök küreleri ve dört element gibi bazı açıklayıcı kavramlar geliştiren, töz, form, erek gibi bazı soyut terimler öneren, Platon ve Aristoteles gibi klasik düşünürlerdi; ancak *İncil*'in kendisinde bu türden bir entelektüel çerçeve mevcut bulunmuyordu.

Bu girişim, Ortaçağ dünya anlayışını berraklaştırdı: Ancak şunu belirtmek gerekir ki Ortaçağ entelektüel söylemi büyük ölçüde kitap merkezliydi ve otorite düşüncesi egemendi; fikirler metinlerden türetiliyor, metinlerin değeri yine başka metinlerle tartılıyordu. Bilim, diğer öğretim dalları gibi, keşiften ziyade okuma-öğrenme anlamına geliyordu. Vahiy ve akıl, bilginin ikiz kaynaklarıydı, bunlardan başka kaynak



yoktu ve geçmiş otoritelerin, üstünlüklerini, muhakeme yeteneklerine borçlu olduklarına inanılıyordu. Elhasıl, doğaya yönelik yaklaşım deneysel ve empirik değildi. Astronomi, Batlamyus onu nasıl düşünüyorsa öyleydi; doğa tarihi Plinius nasıl gözlemlediyse öyle, tıp Galen ne anlattıysa oydu. Ortaçağ düşünürleri tutarlı bir doğa felsefesinin peşine düştüler ve bunu elde ettiler ama bu doğa felsefesi, empirik bir devrimin etkisiyle er ya da geç paramparça olacaktı.

## Yunan ve İslâm Biliminin Yeniden Dirilişi

Bu teşebbüste Yunan biliminin yeniden canlandırılması hayatî bir önem arz ediyordu ve bilimin Avrupa'ya ulaşacağı ana güzergah, İslâm İspanyasıydı. Gerbert İslâm'ın zenginliklerinin düşünsel keşfine öncülük etti ama başka bazı müphem temaslar da vardı. Örneğin, 950 yılı civarında, Büyük Otto ile Kurtuba Emiri, birbirlerine karşılıklı olarak elçiler göndermişlerdi. Haçlı Seferleri de Hıristiyanlarla Müslümanlar arasında sürekli bir temas imkânı sağladı. Ama bu hadise, çok sınırlı bir entelektüel etki oluşturdu çünkü burada sözkonusu olan düşünürler değil savaşçılardı. En önemli hadise, on birinci yüzyılda İspanya'nın Hıristiyanlarca yeniden ele geçirilmesiydi. Arap kültürünün kalbinin Hıristiyan kontrolüne geçmesiyle, eğitimli Mozarablar – Mağribî yönetimi altında, kendi dinlerini yaşamalarına müsaade edilen Hıristiyanlar- Arapça metinleri Latinceye çevirdiler. Tek bir olay, 1085 yılında Toledo'nun [Tuleytula] düşmesi, Avrupa'nın en geniş felsefi-bilimsel kütüphanesini Batılı düşünürlerin istifadesine açtı. Toledo'nun Hıristiyanların eline geçişinin hemen ardından kütüphanenin zenginliklerini Latinceye çevirmeye yönelik bir hareket başladı. Bazı çevirmenler İspanyoldu; diğerleri İtalya, Almanya ve İngiltere'den gelmişlerdi. Bu çevirmenlerin ilk ve en önemlisi olan Bathlı Adelard (1116-1142), Ebu Ma'şer'in bazı astroloji çalışmalarını ve Harizmî'nin astronomik çizelgelerini Latinceye çevirdi ve böylece Batılı düşünürlere, İslâm dünyasındaki bilimsel spekülasyonların heyecanını ve Arap biliminin hassasiyetini tattırdı. Ayrıca Öklid'in ufuk açıcı bir Latince çevirisini yaptı ve bu çeviri, Batı'daki kusurlu örneğinin yerini aldı. Adelard İslâm bilimiyle Batı dünyası arasındaki en erken aracı ise, Cremonalı Gerard da (1114-1187) kuşkusuz en üretken olanıdır. Yüze yakın bilimsel çalışmayı çevirip yorumlayarak, çağının en önemli bilim yazarı oldu. Gerard'ın Arapçadan çevirdiği Yunan kökenli çalışmalar arasında Aristoteles, Öklid, Arşimet, Batlamyus ve Galen'in eserleri de bulunuyordu. Ayrıca



Bir dünya modeli, bir kare ve pergel kullanarak gökyüzünü gözlemleyen Ortaçağ bilimcileri. Metinler, matematik ve geometrinin Mısırlılar tarafından keşfedildiğine ilişkin Antik ve Ortaçağ görüşünü tekrarlar.

Harizmî, Kindî, Râzi, İbn Sînâ, Fergânî ve Câbir bin Hayyan gibi İslâm bilimcilerinin çalışmalarını da Batı'nın istifadesine sundu. Gerard'ın, asistanlarla çalıştığı bilinmektedir. Daha eski ve daha güçlü bir entelektüel geleneğin planlı bir özümsenişi olarak Toledo deneyimi, üç yüzyıl önce Bağdat'ta gerçekleşen bilim devrimini anımsatmaktadır. Bu çeviri faaliyetinin en yoğun gerçekleştiği yer İspanya ve en temel aracı da Arapça olmasına rağmen, onikinci yüzyıl, Venedikli James'in (1136-1148) Yunancadan Latinceye yaptığı bazı doğrudan ve önemli çevirilere de şahit oldu. Batlamyus'un *Almagest*'i ve Öklid'in *Elementler*'i de bunlar arasındadır. İtalya, Bizans dünyasıyla teması sayesinde, Yunancadan yapılan çeviriler için doğal bir mevki konumundaydı ve Leonardo Fibonacci'nin, İslâm etkisindeki Kuzey Afrika'dan aldığı matematik yöntemler sayesinde, bilimsel bir devrime de elverişli hale geldi. Fibonacci (yak. 1170-1240, Pisalı Leonardo olarak da bilinir) Sicilya, Cezayir, Mısır ve Suriye'yi gezdi. Buralarda kullanılan hesaplama yöntemlerinden derin şekilde etkilendi. Pisa'ya dönerek bu yöntemler üzerine düşündü ve yazdı. *Liber Abbaci* isimli çalışması Arap, diğer deyişle Hint rakamlarının sistematik olarak kullanıldığı ve verili bir rakamın birler, onlar, yüzler ve binler basamaklarını temsil ettiği basamak-değer sistemi-







Dünyanın küreselliği. İlki, bir güneş tutulmasını gösteren üstünkörü bir on dördüncü yüzyıl çizimidir ama ilginç biçimde, dünyayı küre olarak göstermektedir; Ortaçağların "düz dünya öğretisi" yıllardır sürüp giden bir modern mitostur. Diğeri, tüm cisimlerin, Aristoteles fiziğine uygun olarak kendisine yöneldiği küre biçimindeki dünyanın, evrenin merkezinde olmaması durumunda neler olacağını göstermektedir: Yağmur damlaları, tüm yüzeye eşit biçimde düşmek yerine, dünyayı kısmen ıskalayarak gök kürelerine doğru yollarına devam etmektedirler, saçma bir varsayım.

nin açıklandığı, Batı'daki ilk matematik çalışması oldu. Kitabın ismindeki "abaküs" (*abbaci*) kelimesi geleneksel hesaplama aleti olan abaküsü değil genel anlamda bir hesaplama faaliyetini ifade eder. Arap rakam sistemi, Gerbert'in düşüncelerinden ya da Gerard'ın henüz yaptığı Harizmî çevirilerinden haberdar olan, sınırlı sayıda Avrupalı uzman tarafından biliniyordu. Leonardo, pratik alandaki problemlerin çözümündeki kullanışlılığını göstererek, bu sistemin geniş kabul görmesini sağladı. Yeni işaret sistemini, kâr, faiz, oranti, eşitsiz paylar, para, ağırlık ve ölçü dönüşümleri gibi problem alanlarına uyarladı. Yeni işaret sisteminin esnek ve güçlü niteliği Avrupa matematiğinde çığır açtı ve özellikle kredi ve bankacılığın gelişimini hızlandırarak, ticarî hayatı önemli ölçüde etkiledi. Spekülatif matematikte Fibonacci'nin adı, kendi bulduğu, her bir rakamı, önceki iki rakamın toplamından oluşan "Fibonacci dizisi"nde (1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34...) yaşatılmaktadır.

Arapça ve Yunanca kaynakların özümsenmesine yönelik bu faaliyet, büyük ölçüde, ikincil ve kitabi nitelikteydi; bizim anladığımız manada orijinal, bilimsel bir düşünce veya araştırma değildi. Ama Avrupalı Hıristiyan düşünürlerin, Yunan ve İslâm biliminin üstünlüğünü derhal kavramış olmaları, onların matematik ve astronomi gibi pozitif bilimlerdeki ustalıklarını yeniden canlandırmak, bilimin felsefi temellerine yönelik kavrayışlarını güçlendirmek, tıp ve astroloji gibi doğal bilimlere yönelik yeni yaklaşımlar geliştirmek ve bu bilimi Batı kültüründe yeniden diriltmek zaruretini duymuş olmaları etkileyicidir.

Bu yeni bilimin kökenleri pagan ve İslâm biliminde yatıyor olmasına rağmen, kapsamlı etkisi, Ortaçağ düşüncesinde yeni bir natüralizmin doğmasına yol açtı. Böylece Hıristiyan Batı için teolojik bir tatmin oluşturdu ve hoş karşılandı. Platon'un yaratıcı prensibi olan *demiurgos* derhal Tanrı ile özdeşleştirildi ve doğal dünyanın karmaşıklıkları, yapısındaki kendine yeterli mekanizmin bir sonucu olarak görüldü. Her ne kadar bu mekanizm, İsa'nın ya da azizlerin gösterdikleri mucizelerde olduğu gibi, yaratıcısı tarafından geçersiz kılınabilecek yapıda olsa da. Evrenin, böyle kişileşmiş ve iyi bir Tanrı tarafından yaratıldığı düşüncesi, doğa felsefesi için, yerin ve göğün –nehirler, denizler, fırtınalar, vahşi hayvanlar, Güneş ve Ay- birçok irili ufaklı ve belki kötü ruhun kaprisli denetimi altında olduğu pagan dininin animizminden daha elverişliydi. Hıristiyanlığın ve hatta İslâm'ın Tanrısının, evreni doğal nedensellik yasalarıyla ve birbirleriyle etkileşim halinde bulunan elementler ve kuvvetler vasıtasıyla şekillendirdiği düşünüldü. Chartres katedral okulunun büyük öğretmeni Thierry'nin on ikinci yüzyılda ifade ettiği prensip de tam olarak buydu. Kendi döneminde bir matematik ve klasik felsefe uzmanı olarak ünlendi. Thierry doğa felsefesini, *Tekvin*'in ilk bölümlerine göre açıklıyordu. Tanrının yaratma faaliyetinin tek bir anda dört elementi düzenlemekten ibaret olduğunu ve dünyanın doğal süreçler neticesinde bu nihaî hali aldığını düşünüyordu. Önce ateş yaratıldı ve bu ateş derhal gök ateşine ya da Güneş'e dönüştü; ısı suyu buharlaştırarak, yükselmesine ve gökyüzü sularının oluşmasına yol açtı; suyun bu yükselişi dünya üzerinde kuru araziler meydana getirdi. Göğe yükselen suların ısınmasıyla yıldızlar, gezegenler ve Ay meydana geldi. Bunların hepsi sudan oluşmuşlardı. Yeryüzünün ısınmasıysa bitkilerin, hayvanların, erkeklerin ve kadınların ortaya çıkmasına imkân tanıdı. İşte Thierry'nin, dünyanın altı günde yaratılmış olduğu düşüncesine ilişkin rasyonel kavrayışı buydu. Yasalar vasıtasıyla açıklanan bu olaylar dört element fiziğinin esasıdır. Bu olaylar dizisi, derme çatma ve kesinlikten mahrum olsalar da, Platon ve Aristoteles'in

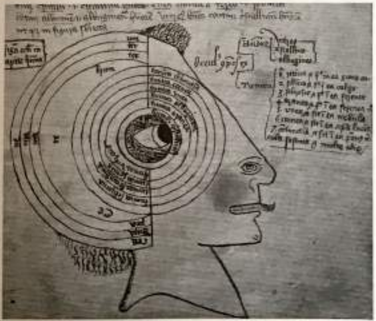


*İncil*'den daha açık şekilde rehberlik ettikleri doğa alanına, otonom bir güç gözüyle bakar. Bu yaklaşım, okullu düşünürler arasında bir süre kabul gördü ama dinin seküler felsefe tarafından bu şekilde istila edilmesi, İslâm dünyasında olduğu gibi Hıristiyan Batı'da da kaçınılmaz bir tepkiye yol açtı ve bu tepki, Aristotelesçilik Ortodokslara *İncil* hakikatlerinden baskınmış gibi göründüğünde ortaya çıktı.

### Aristoteles'in Yeniden Doğuşu

*Timaeus*'un Latinceye çevrilmesiyle, Platon'un bilim anlayışı Batı'nın daimî istifadesine açıldı ve onun evrenin düzenine ilişkin öğretileri, din ışığında kolayca yeniden yorumlandı. Ancak Aristoteles'in eserleri, birkaç istisna dışında, Batı'da pek bilinmiyordu. Yeniden keşfedilmeleri, on ikinci yüzyılda Arapçadan yapılan çeviriler ve İslâm düşünürlerinin, özellikle de İbn Rüşd'ün Aristoteles üzerine yazdığı şerhler vasıtasıyla gerçekleşti. On

Anonim bir on dördüncü yüzyıl el yazmasından, gözün bölümleri. İç içe geçmiş daireler gözün gerçek yapısını temsil etmek niyetinde değildir ama gözdeki sıvı ve zarların isimlerini taşırlar –kornea, mercek, retina vs.–. Bu kısımlar şaşırtıcı bir kesinlikle saptanmıştır.





Ortaçağa ait bir beyin haritası. Aristoteles kalbin, ruhun mekanı olduğunu iddia etmişti ama Galenci tıp geleneği ruhun beyinde olduğunu savundu. Burada beyin, önden arkaya doğru, ortak duyu [hiss-i müşterek], hayal gücü, akıl ve belleği kontrol eden dört kısma ayrılmıştır.

üçüncü yüzyılda, Moerbekeli William (1260-1286) bu kez doğrudan Yunancadan olmak üzere ikinci bir çeviri hamlesi başlattı. Çevrilen eserler arasında, Aristoteles'in daha önce Batı'da hiç bilinmeyen bazı eserleri de bulunmaktaydı. Aristoteles'in düşünceleri, doğa dünyasının kavranması için ikna edici bir kavramsal model sundu, öyle ki Platon'unkinden daha açık ve analitikti ve içinde dinî hakikatin yer bulabileceği temel bir çerçeve olarak Hıristiyan felsefecilerce şevkle karşılandı. Bu entelektüel sentez, on ikinci ve on üçüncü yüzyıllarda, Hıristiyan dünyasının önde gelen düşünürlerince geliştirildi: Robert Grosseteste, Roger Bacon, Albertus Magnus ve en ünlüsü, Thomas Aquinas. Grosseteste (1168-1253) Oxford Üniversitesi'nin rektörüydü ve sonra Lincoln piskoposu oldu. İngiliz fikrî ve dinî hayatının önde gelen isimlerinden biriydi. Problem çözümünde olgudan (*quia*) başlayarak olgu üzerine akıl yürütmeye (*propter quid*) varan sistematik bir yaklaşımı savundu. "Doğal sonuçların tüm sebepleri çizgiler, açılar ve rakamlarla ifade edilebilir" diyerek matematiği gerçekliğin analizinde



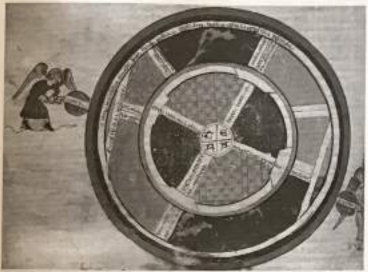
merkeze koydu: "Çünkü aksi takdirde, onlara ilişkin, kesin (*propter quid*) bilgiyi edinebilmemiz imkânsız olacaktır." Yine de bu analitik yaklaşımı, güçlü bir Yeni Platoncu mistik akımla birleştirdi. Buna göre ışık doğanın temel bir formuydu: tüm formlardan önce yaratılmış, bir küredeki tek bir noktadan kendi kendisini üretmiş, böylece tüm uzamsal boyutları belirlemişti. Grosseteste ışığın bu yayılımının, sabit matematik orantılarla gerçekleştiğine inanmaktaydı. Işık, bildiğimiz görünen ışıktan fazla bir şeydir, nitelikleri ve etkileri değişen, yaratıcı bir araç olarak kabul edilmiştir. Örneğin Güneş ışığı bir elementin diğerine dönüşümünden sorumludur ve gelgitlere sebep olan, Ayın kütlesinden ziyade Ay ışığıdır. Hatta Grosseteste, ışığın astrolojik etkiler konusunda da anahtar bir rol oynadığını varsaymaktaydı çünkü gök cisimlerinin ışığı, gökyüzündeki cisimlere çarpıp yansıyarak, karmaşık geometrik yollar izliyor, dünyaya ulaşıyor ve bu son derece çeşitli şablonlar, insan karakterini ve insanî olayları etkiliyordu. Işık üzerine yaptığı araştırmalarda, görmeyle ilgili birçok deney yaptı ve bir şeyin büyüklük, konum ve düzenlenişinin, göründüğü açıya ve ışınların konum ve düzenlenişlerine bağlı olduğunu ifade eden perspektif yasalarını, bu yasaların etkilerini, bir cismin -istisnalar hariç- uzaklığındaki artışla değil, görüş açısının küçüklüğüyle görünmez hale geldiğini keşfetti. Bir hesap uzmanıydı ve yenilenişinden üç yüzyıl önce, Julian takviminin eksikliklerine dikkat çekti. Diğer Ortaçağ düşünürlerininki gibi Grosseteste'nin deneyleri de teori ve metafiziğin gölgesindeydi ama doğanın matematik uyumuna duyduğu inanç, felsefecilerce sürekli ilgi çekti ve eserleri, on altıncı yüzyılda Venedik ve Nuremberg'de tekrar tekrar basıldılar.

Grosseteste'nin İngiltere'deki halefi meşhur Roger Bacon (1219-1292) kısmen bir büyücü kısmen de yeni teknolojinin müjdecisi olarak, kitlesel bir şöhretten hoşlanan belki de tek Ortaçağ düşünürüydü. Kariyeri, geleneksel bir felsefeci olarak başladı ama 1247 dolaylarında, hocalık yaptığı Oxford ve Paris'te kullanmak üzere -kendi ifadeleriyle, gizli- kitaplar, aletler ve deneysel ekipmanlar edinebilmek için bilime son derece sıradışı bir ilgi duymaya başladı. Deneyler yoluyla elde ettiği gerçek başarılar zayıftı ama çalışmaları, deney ve akıl yürütmeye verdiği açık destek ve geçmiş otoritelere yönelik eleştirileriyle kendi döneminin şartlarında, son derece üstün bir yere sahipti. Doğanın zenginliğinin bilgisinin Tanrı'ya yönelik daha derin bir bilgiye imkân sağlayacağını tam bir güvenle ifade ediyordu. Bacon, Grosseteste'nin ışığın da ses ya da ısı gibi matematik yasalara bağlı olarak yayıldığı inancını tekrarlayarak, *lex nature universalis* ifadesini kullandı ve optik, bir çalışma alanı

olarak onun düşüncesine merkezi bir rol oynadı. Mercek ve mıknatısın davranışını inceledi ve hayvanlarla diyete yönelik deneyler yaparak, hangi besinlerin insan ömrünü uzatacağını keşfettiğini ileri sürdü. Uçmaya, ağırlıkları kaldırmaya ve sualtı seyahatlerine yönelik usta işi makineler tasarladı. Bu türden makinelerin antik çağlarda da yapıldığına ve yeniden yapılabileceğine inanıyordu. Leonardo'nun selefi olarak ünlenmiş olması, bu hayal işi çalışmalardan ve barut yapımına yönelik eğiliminden kaynaklanmaktadır. Ama tasarladığı bu aletlerin herhangi birini hayata geçirdiğine ilişkin hiçbir kanıta sahip değiliz. Bununla birlikte, merceklerle deneyler yaptığı kesindir ve muhtemelen teleskobun erken bir türünü yapmıştır. Çünkü yazılarında "inanılmaz bir uzaklıktan, en küçük harfleri okumaktan" ve "Güneş, Ay ve yıldızları, aşağıya, görünür bir hizaya getirmekten" söz etmektedir. Onun bilimsel coğrafyaya yönelik kavrayışı çağdaşlarının önündeydi çünkü Avrupa harita yapımcılığında bilinmedikleri bir dönemde enlem ve boylamların kullanımını savundu. Dünyanın küreselliğini ve batıya doğru, İspanya'dan Asya'ya gemi yolculuğunun imkânını tartıştı (bu konuya ilişkin çalışmaları, Kolomb'a esin veren bir kaynak olan, Aillyli Pierre tarafından bilinmekteydi) ve bugün kayıp olan, dünya haritaları derlediği de yine bilinmektedir. "Mekanik saat" kavramını araştırdı. Görünüşe göre bir tane yapmamış olsa da, usturlabın cephesinin sabit oranda döndürülebilmesi durumunda gök hareketlerinin bir benzeri olarak çalışabileceğini ileri sürdü.

Bacon yorulmak bilmez bir zekaya sahipti ve zamanından önce doğmuştu; idealindekileri tam olarak yaşama geçiremedi ama radikal ve ileri görüşlü bir yaklaşımı vardı. Orijinalliğinin farkında olmakla birlikte Bacon, Yunan ve Arap biliminin Avrupa üniversitelerine tanıtılmasında çok büyük bir rol oynayan ve Hıristiyan dünyasının en meşhur filozof-bilimcisi Albertus Magnus'a (1200-1280) duyduğu kıskançlığı gizlemiyordu. Aristoteles'in henüz çevrilmiş eserleri yorum gerektiriyorlardı ve Albertus bunu yaptı: Bilinen tüm Aristoteles metinlerine yorumlar yazdı ve bu süreçte tüm çağdaş bilgi için bir özet sağladı. Bu muazzam teşebbüs boyunca, deneyle sağlanan bilgilerin sınanmasını savundu. *Sınama* terimi, Albertus için gözlem yapmak ve olgunun, kendinde analiz edilmesi anlamına gelmekteydi. Ayrıntılarda ya da felsefi bakımdan saçma olduğunu düşündüğü, evrenin sonsuzluğu gibi temel ilkelerde Aristoteles ile görüş ayrılığına düşmekten kaygı duymuyordu. Astronomi ve optik gibi, Ortaçağın temel bilimleri üzerine araştırmalar yaptı ama dünya ve canlı bilimlerine ilişkin ilgisi





Melekler gök kürelerini hareket ettiriyor. Aristoteles her bir gök küresinin hareketini bir ilk hareket ettiriciye (*primum mobile*), bir tür tanrısal varlığa atfediyordu. Bu durum Hıristiyan düşüncesi için kabul edilemezdi ve bu görev, bu resimde krank kolunu döndürürken görülen meleklere devredildi.

çağının ötesindeydi. Hayvanlar, bitkiler ve mineralleri, biçimlerine uygun şekilde sınıflayarak betimledi. İnanç ve akıl arasındaki muhtemel çatışmalara karşı uyanıktı ve her şeyin Tanrı iradesine uygun olarak meydana geldiğini ileri sürdü: Bilimin rolü, yaratıcının kullandığı mekanizmi araştırmaktı, bu bağlamda kullanılan klasik örnek tufanlardı. Öyle ki Tanrı kötülükleri cezalandırmak istediğinde bu türden yıkıcı, doğal afetlere başvurmaktaydı. Bu rasyonel doğa felsefesi Albertus'un en meşhur öğrencisi Thomas Aqinas tarafından özümsendi. Aquinas bir bilim adamı değildi ama dini gerekçelerle, evrenin, yasaları bilimsel araştırmaya elverişli ve hiç değilse kısmen anlaşılabilir bir düzenli sistem olduğunu kanıtlamak kaygısı duyuyordu. Teolojik çalışmaları hareket, çekim (gravite), gök cisimleri, dört element ve onun "doğanın okült işleyişi" diye ifade ettiği, manyetizma ve gel-git gibi konulara temas ediyor ve bu şeylerin, bir gün daha iyi anlaşılabilecek olan doğal sebeplere dayandığını savunuyordu. Ayrıca Batlamyusçu sistemin geçici ve fazla karmaşık olduğunu, daha basit ve daha doğru bir açıklamanın bu sistemin yerini alacağını kabul ediyordu.

Tüm bu Hıristiyan felsefecilerin Aristoteles'ten çıkardıkları büyük ders, aklın merkeziliğiydi: Akıl tek başına, Hıristiyanlık öncesi, pagan

bir düşünür olan Aristoteles'i ruh, evrenin yapısı ve onu hareket ettiren tanrısal gücün doğru bir bilgisine eriştirmişti. Dolayısıyla, Tanrı'ya yönelik doğal bir bilgi, insan zihninde, doğal dünyayı analiz etmeye ve onun yaratıcısının karakterini bilmeye yönelik bir meleke vardır. Ancak kuşkusuz bilginin bir diğer kaynağı daha vardır: İncil'deki tanrısal vahiy. Ancak vahiy ve aklın birbiriyle çatışması imkânsızdır. Aquinas'ın ifade ettiği üzere tanrısal öğreti, doğanın bize sağladığı bilgiyle çelişki içinde olamaz. Bunların biri ya da diğeri yanlış olacak olsaydı, bu durumda ikisinin de kaynağı olan Tanrı, yanılgılarımızın sebebi olacaktı ki bu imkânsızdır. Bu ilke, doğal felsefenin beraati olarak işlev gördü ki, bu ilkeye göre akıl, yaratıcının aklının bir anahtarı olarak, evrendeki tasarımın kanıtlarını aramak konusunda hürdür.

Yine de Hıristiyan Kilisesindeki birçok insan, felsefenin bu istilasından hâlâ derin bir huzursuzluk duymakta. Aristoteles düşüncesinin bazı temel fikirlerinin, İncil'in öğretileriyle uyuşmadığına ısrarla işaret etmekteydiler. Bu açık çelişkilerden biri, Aristoteles'in evrenin öncesiz ve sonrasızlığına yani sonsuzluğuna duyduğu inançtı. Bir diğeri ruhun bedenin formu olduğu ve ondan ayrılabileceği düşüncesiydi ki bu görüş ruhun bedenin ölümünden sonraki ölümsüzlüğüne yönelik inançla açıkça çelişmekteydi. Ve Aristotelesçiliğe yönelik düşmanlıkta belki en kritik alan, Ortaçağ düşüncesinde natüralizme yönelik tüm eğilimin sebebi, determinizm sorunuydu: Eğer evren doğal sebep ve sonuçlarla işliyorsa, Tanrı'nın ve onun kontrol edici gücünün buradaki rolü nedir? Doğal nedenselliğin, doğadaki tüm biçim ve güçleri açıklayacağı varsayımı, katı bir determinizm anlamına gelmekte ve Tanrı'nın kâdir-i mutlaklığıyla ya da insanın özgür iradesiyle uyuşmamaktadır.

Bunlar, derin biçimde dinî olan bu kültür bağlamında, doğa felsefesinin gelişimi önünde engel oluşturan ciddi sorunlardı: Eğer doğa, otonom bir sistemse Tanrı'nın kudreti tehlikeye düşmektedir, yok eğer doğa bir tanrının keyfî kontrolü altındaysa, o takdirde doğa yasalarının mevcudiyetinden söz etmek nasıl mümkün olacaktır? Doğa bazen tutarlı, otonom bir sistemdir de, bazen değil midir? Rasyonel, bilimsel teşebbüse yönelik kuşku, Aquinas'ın ölümünden üç yıl sonra, 1277 yılında Paris piskoposunun, büyük çoğunluğu doğrudan Aquinas'ın eserlerinden alınmış birkaç yüz felsefî önermeyi din dışı bularak mahkum ettiği bir ferman ile sonuçlandı. Bu, Kilisedeki birçok kişiyi bağlayan bir karar değildi çünkü sadece Paris Üniversitesi'nin müfredatıyla ilgiliydi ama önemi, Paris'in o dönem Hıristiyan teolojik aktivitesinin tartışmasız merkezi olması gerçeğinde yatar. Kınanan



fikirler arasında temel olanı, tabiatının işleyişine ilişkin öğretiydi. Bu öğretiye göre doğanın ikincil nedenleri otonomdu ve ilk nedenin yani Tanrı'nın yokluğunda da işlemeye devam ediyordu. Büyük endişe, Aristotelesçilik, rasyonalizm ve genel olarak felsefeydi. Felsefe, seküler doğa felsefesinin gelişimiyle Tanrının özgürlüğünü sınırlamaya çalışıyordu; ki bu şekilde ifade edildiyse, Kiliseye dayanılmaz gelmiş olmalıdır. Bu dünya ve onun yasaları Tanrı'nın gelişigüzel iradesine bağımlıysa, değişik bir tür dünya yaratabilir miydi? Ya da dünyanın bu şekilde işlemesi için bazı iç zorunluluklar mı vardır ve yine burada Tanrı'nın iradesine yönelik bir sınırlama mı ima edilmektedir? Bilimin metafizik bağlamı meselesine, bilimin kendisinden çok daha fazla düşünsel gayret sarf edilmiştir.

1277 kınamasının uzun vadeli sonuçları nelerdir ve on üçüncü-on dördüncü yüzyıllarda Batı bilimsel düşüncesinde hangi özel gelişmeler olmuştur? Öyle görünüyor ki Parisli otoritelerin çabalarına rağmen Aristotelesçilik Hıristiyan felsefecilere karşı konulmaz derecede cazip görünmüştür. Çünkü 1323'te Aquinas, "Kilise'nin Doktoru" unvanıyla aziz ilan edildi ve başlıca Fransız, İngiliz, İtalyan ve Alman üniversitelerinde, astronomi, fizik, optik, matematik, tıp gibi disiplinlerin, Arap düşünürler aracılığıyla klasik temeller üzerinde yeniden inşa edilmesine büyük bir enerji sarf edildi.

### Fizik Bilimler

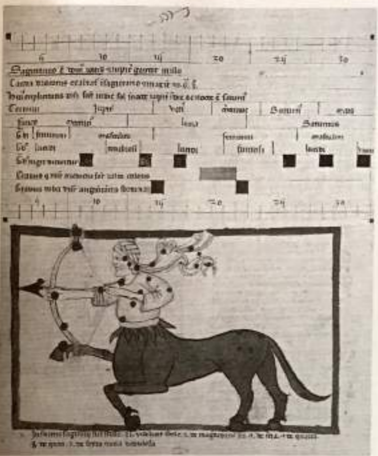
Astronomi çalışmaları, Ortaçağ biliminin kalbinde yatar. En derin sorunlarla, evrenin yapısıyla ilgilenmiştir ve inceleme alanı olan gökyüzü, sadece fizik bir alan değil aynı zamanda spiritüel boyuta da sahip, Tanrı'ya ve onun meleklerine ikametgâh teşkil eden bir yerdir. Astronomi bu nedenle, felsefe ve dinî inançla etkileşim içinde oldu ve düşünsel imaları diğer herhangi bir disiplininkinden daha büyüktü. Batı astronomisi, İslâm biliminin vesayeti altında, Yunan mirasının yeniden keşfedildiği on ikinci yüzyıl ve sonrasında olgunluğa erişti. Gökyüzünün, küreler ve dairesel hareket vasıtasıyla anlaşılması gerektiğine ve dünyanın, evrenin merkezinde olduğuna ilişkin bir görüş birliği bulunuyordu ama Hıristiyan ve İslâm düşüncesinde Ortaçağ astronomisi, tek yapılı olmaktan çok uzaktı. Öncelikle, gök hareketlerinin ve konumlarının kesin yerlerinin belirlenmesinde kullanılan matematiksel astronomi ile gözlem verilerinin ötesine geçerek, evrenin yapı ve işleyişine ilişkin kuramlar üretme girişimi olan kozmoloji ara-



Satürn'ü arabasında gösteren kişileştirme. Ebu Ma'şer'in (*Albumasar*) Ortaçağ astrolojisinin temel başvuru kaynaklarından biri olan *Birleşmeler Kitabı* (*Kitâbu'l-kırânât*) adlı eserinin bir erken dönem Latince baskısından.

sında faydalı bir ayrım mevcuttu. Matematiksel astronominin büyük ustası Batlamyus'tu ki onun karmaşık çemberler, dış çemberler ve eksantrikler geometrisi, gökyüzünde görülen hareketlerin sistemli bir tasvirini sağlamayı amaçlamakta ama bu hareketlerin altında yatan fizik güçler hakkında sessiz kalmaktaydı. Üstelik Aristoteles'in hakim, ortodoks fizik anlayışı, kozmosu değişmez dairesel hareket uyarınca ortak merkezli kürelerin bir kümesi olarak tasavvur etmekteydi ki bu sistem Batlamyus geometrisinin karmaşıklığıyla uyuşturulması imkânsız bir görüştü. Bu temel uyuşmazlık, sayısız kuram ve sistem üretti. Gök cisimlerinin sayısı ya da dünyanın etrafındaki kozmik düzen hakkında bile tam bir fikir birliği bulunmamaktaydı. Bazı astronomlar, Güneş, Ay ve dış gezegenler Dünyanın yörüngesinde dönerken, Mars ve Venüs'ün gerçekte Güneş etrafında dönmekte olduklarını ileri sürdüler ve bu gök cisimlerinin Güneşle aralarındaki sabit yakınlığı bu varsayımla açıkladılar. Yıldızların bulunduğu kürenin en dış küre olduğu kuşkuluydu çünkü *İncil* "gökyüzü üzerindeki sular" demekteydi. Kristalden yapılmış gibi billur, donmuş sudan bir alan eklediler; ama dört element öğretisi ateşe, en yanıcı, uçucu unsura öncelik veriyordu ve en dış kürenin bir ateş küre olması kuvvetli bir ihtimaldi. (Bazı oto-





Astrolojide titizlik. Yay takımyıldızının on dördüncü yüzyıla ait bu resmi, otuz dereceye ayrılmıştır ve tüm astrolojik bilgiler burada çizelgeleştirilmiştir: her bir derecede hangi gezegenler egemen olacak, hangileri dişildir, hangileri erildir vs. Takımyıldızın kendisi, büyüklüklerine göre derecelenmiş otuz bir yıldızıyla çok titiz bir biçimde çizilmiştir.

riteler bu iki düşünceyi de masal kabul ederek dikkate almasalar da…)

Novaralı Campanus, 1260 dolaylarında, Batlamyusçu sistemi fiziksel gerçekliğe uyarlamaya yönelik kayda değer bir teşebbüste bulundu. Campanus, Dünya ile Ay arasındaki mesafeye dair *Almagest*'te verilen uzaklıktan başlayarak, kozmosun, her bir çemberden, sabit yıldızların alanına kadarki boyutlarını hesaplamaya çalıştı. Hesaplamalarını, evrende hiçbir boşluk olmadığına ilişkin Aristotelesçi öğretiye uygun olarak yürütüyordu. Campanus'un

vardığı sonuçların genel düzeni, Batlamyus'unkilerle aynıydı, dikkatli ve inanılmaz ölçüde titiz hesaplamalar içeriyordu. Campanus'un sistemi, Kopernik tarafından yeniden değerlendirilinceye dek, üç yüzyıl boyunca evrenin boyutlarına ilişkin klasik öğreti olarak kaldı. Campanus aynı zamanda, *ekvatoryum* olarak bilinen aleti tasarlayan ilk Batılı düşünürdür. Bu alet gezegenlerin dönüşlerinin ve dışçemberlerin bir taslak modeliydi ve tıpkı usturlabın yıldızların konumlarını belirlemesi gibi, gezegenlerin konumlarının bulunmasına imkân veriyordu.

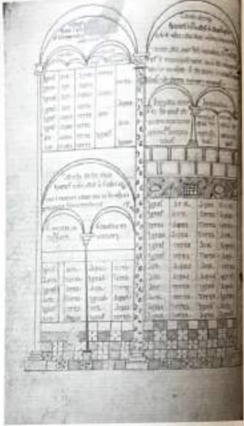
Kürelerin kendi doğası ve onları hareket ettiren güç, en gizemli sorunlar arasındaydı çünkü Aristoteles fiziğinde hareket ancak bir hareket ettiriciyle mümkündü, sürekli bir gücün sürekli etkisine bağlıydı. Aristoteles her bir gök cismi için bir ilk hareket ettirici, bir tür akıl öngörmüştü ama bu görüş tektanrılı bir din tarafından kabul edilebilecek bir şey değildi. Küreleri hareket ettirenler meleklerdi ve bazı Ortaçağ resimlerinde melekler manivelalarla gök cisimlerini hareket ettirirken gösterilmekteydi. Gökyüzünün Tanrı tarafından, yaratılış anında harekete geçirildiğini, bu hareketin tesirinin bugün de sürdüğünü ve bütün gök cisimlerini, yarı-tanrılar ve melekler kalabalığını sürüklemekte olduğunu iddia eden Parisli düşünür Jean Buridan'ın görüşleri daha gelişmişti. Kürenin, doğanın ideal formu olduğu düşüncesi Dünyaya uyarlanmıştı ve Ortaçağ düşünürleri elbette Dünyanın küreselliğinin farkındaydı. Tepsi biçimindeki Dünya efsanesi Ortaçağ Dünya haritalarının yanlış yorumlanması sonucu ortaya çıkmıştır. Bu haritaların dairesel, disk benzeri bir şekilde olması, yanlış biçimde, Dünyanın kendisinin de düz bir disk olduğunun göstergesi olarak yorumlanmıştır. Oysa Dünyayı bu şekilde resmetmek sadece grafik temeline dayanan bir gelenekti. Ondördüncü yüzyılda Ortaçağ kozmolojisi katılıktan, birörneklikten uzaklaştı, köklü değişiklikler içeren kuramlar ortaya çıktı. Mesela Buridan ve öğrencisi Nicole Oresme, gök cisimlerinin günlük hareketlerinin düzeninin, çok sayıda kürelerden oluşan karmaşık bir sistem yerine, Dünyanın kendisinin devirleriyle daha iyi açıklanabileceğini fark ettiler. Ama ne fizik ne de günün genel kabulleri hareketli bir Dünyayı onaylayabiliyordu. Bu yüzden düşünceleri spekülasyon olarak kaldı.

Batı düşünürleri, matematiksel astronominin imkânlarını fark ettiklerinde, gök hareketlerinin modellerini yapmaya ya da gelecekteki konumların öngörülebilmesine el verecek gözlem verilerine sahip değillerdi. Bu verileri Arap kaynaklara borçluydular ve astronomik



tabloların, Harizmî'ninkilere benzer *zîc*lerin çevrilmesi ellerine önemli miktarda malzeme verdi. Batı'daki ilk yeni tablolar, Kastilyalı X. Alfonso'nun himayesinde basıldı. Bu tabloların hazırlanmasında, bir kaynak astronomi kitabı oluşturulabilmesi için yeni aletler ve gözlemler kullanıldı. Usturlabı ve kullanımını açıklayan Latince metinler, yine Arapça kaynaklardan doğrudan kopya edilmişti. Bu tablo ve makalelerin yanı sıra, üniversitelerde astronomi bilgisinin seviyesini uygunca özetleyen ilk astronomi ders kitapları ortaya çıktı. Bunların en ünlüleri, Hollywoodlu John -ya da Sacrobosco- ile Novaralı Campanus'un ikisi de *De Sphaera* adını taşıyan çalışmalarıydı. Bunların, el yazması biçimindeki yüzlerce nüshası, elden ele dolaştı ve okurlarını, zorunlu hesaplamalar ve kompütüs sanatı doğrultusunda Batlamyusçu küresel astronominin temelleri konusunda eğittiler.

Batı'nın astronomiye yönelik ilgisinin ardında yatan en güçlü saik, kuşkusuz astrolojik boyutuydu. Klasik öncesi dönemde kilise babalarınca lanetlenen astroloji, Batlamyus'un *Tetrabiblos*'u ve Ebu Ma'şer'in *Giriş*'i [*el-Medhal*] gibi kaynak eserlerin Latinceye çevrildiği, böylece astrolojinin yeniden doğduğu on ikinci yüzyıla dek Batı düşüncesinin bir parçası olmamıştı. İslâm dünyasında olduğu gibi Hıristiyan dünyasında da gelişebilmek için kendisine verimli bir toprak buldu; çünkü bu, dinlerin mistik eğilimlerini, ruhun kozmosun bir parçası olduğu düşüncesini, onun yaratıcısıyla ilâhî bir ilişki içinde bulunduğu inancını destekliyordu. Kozmosta işlediğine inanılan ince ve fakat somut fiziksel güçlerin betimlenmesi olarak astroloji, doğa felsefesinin bir parçası olarak kabul edildi. Batlamyus, Ebu Ma'şer ve tüm astroloji otoriteleri, gök cisimlerinin bazı fiziksel güçler yaydıklarına ve bu güçlerin dünyayı ve insan bedenini oluşturan unsurlar üzerinde etkide bulunduklarına inanıyordu. Astroloji, tıp alanında da önemli bir teşhis vasıtası oldu. Bireysel horoskoplar yapma sanatı henüz tartışmalıydı ve Kilise, insan yaşamının astrolojik güçlerce belirlenebileceğini kabul etmiyordu. Çünkü bu düşünce, hem insanın özgür iradesiyle hem de Tanrı'nın kâdir-i mutlaklığıyla çelişiyordu. Astroloji, 1277'de Paris otoritelerince kınanan yeni rasyonel öğretiler arasındaydı. Yeni Aristotelesçilikle birlikte, karşı konulmaz bir cazibe edindi. Astroloji için matematiksel astronomi, gök cisimlerinin tüm önemli konum ve bağıntılarının belirlenmesi adına önemliydi. Astrolojinin horoskoplar düzenlemekte kullanılmaya başlaması, astronomide kariyer yapmayı mümkün kıldı ve birçok önemli düşünür bu disiplinle uğraştılar. Astrolojinin, ondördüncü yüzyıl entelektüel hayatına etkilerinin boyutlarını Chaucer'in



Elementlerin kombinasyonları. Klasik dört element öğretisiyle ilgili büyük sorunlardan biri de bunların dünyadaki birçok özleri oluşturacak biçimde nasıl biraraya geldiklerini anlamaktı. Bu tablo, bu sorunun bir cevabı değildir ama, önce bir elementin sonra bir diğer elementin diğerlerine hakim olduğu, muhtemel kombinasyonların sayısını gösterir.

çalışmalarında görmek mümkündür. Onun, öyküler içeren şiirlerinin birçoğunun örtülü astrolojik manalara sahip oldukları yakın bir zaman önce ortaya çıkmıştır. *Canterbury Hikayeleri* ve *Troilus ve Criseyde*'deki kişiler ve olaylar, yıldızlar ve gezegenler arası hareketlere karşılık düşüyor gibidir. Chaucer'in, şiirlerini dinleyicilerine yüksek sesle okuduktan sonra, bu gizli boyutları şerh ederken bir usturlab (ki usturlab üzerine usta işi bir makale de yazmıştır) kullandığı öne sürülmektedir.

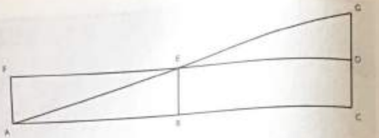
Ortaçağ astronomisi, uzun bir gözlem ve matematik analiz geleneğine dayanır. Dayandığı ilkeler, modern standartlarla değerlendirildiğinde elbette kusurludur ama rasyonel, tutarlı sonuçlara varmayı başarmıştır. Ortaçağ fiziği ise aksine, deney ve gözlemde daha az güvenilir temellere sahipti ve metafizik kavramların fazlaca egemenliği altına girmişti; bugün bize pek az makul gelen bambaşka bir düzlemdeydi. Yunancada "doğa" anlamına gelen *physis* sözcüğünden türetilen fizik biliminin





Önde simya öğrencileri, bu disiplinin Câbir, Râzî ve efsanevi Hermes gibi büyük ustalarından bilgi alıyorlar.

amacı maddi dünyadaki şeylerin doğasını araştırmaktı. Kapsamıysa, bugün kimya, biyoloji ve jeoloji olarak adlandırdığımız birçok alanı içermekteydi. Değişim süreçlerine odaklanmıştı: nitelikte değişim, konumda değişim, büyüme ve çürüme gibi. Ortaçağ bilimcileri gözlem tekniklerinin yetersizliği, alet ve veri eksikliği gibi çok büyük güçlüklerle karşılaştılar. Bu yüzden doğaya, büyük ölçüde Yunan otoritelerden türetilen bir metafizik fikirler yığını aracılığıyla yaklaştılar. Temel çerçeve Aristoteles'in form-madde anlayışına dayanıyordu. Form bir nesnenin özüydü ve onu bir ağaç, bir at ya da taş yapan niteliklerin toplamını ifade etmekteydi. Madde herhangi bir nitelikten yoksun bir

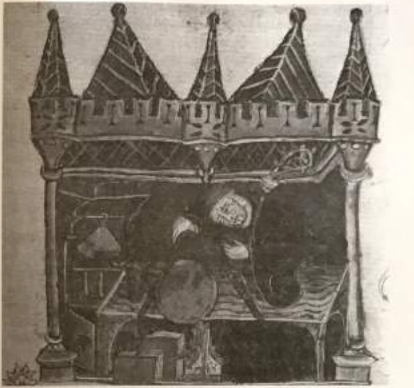



Nicole Oresme'nin, fizikteki bir soruna matematiğin erken bir uygulamasında geometrik formunu verdiği ortalama hız teorisi. ACG = değişmez hareket; ACG'nin alanı = ACDF'nin alanı.

kabuktan ibaretti. Form ve madde kuşkusuz daima biraradaydılar. Ayrı ayrı analiz edilebilseler, tartışılabilseler de doğada asla ayrı bulunmamaktaydılar. Böylece, yeşil bir yaprağın yeşilliği ya da bir kayanın ağırlığı bu nesnelerin kendilerinden asla ayrılmayan, gerçek nitelikleridirler. Dört elementin birincil özelliklerinin, sıcaklık, kuruluk, soğukluk ve yaşlık olduğu ve bunların sırasıyla ateş, hava, toprak ve suyu meydana getirdikleri düşünülmekteydi. Maddenin birçok forma sahip olduğu varsayılabilse de elementler birbirlerine dönüşebilmekteydiler. Bu değişimin nasıl gerçekleştiği, Ortaçağ fiziğinin belki en büyük sorunuydu ve büyük İslâm felsefecileri İbn Sînâ ve İbn Rüşd, bu güçlüğü aşmak için üçüncü bir kategori ürettiler: madde ile form arasında aracılık vazifesi gören bu üçüncü kategoriyi "maddî form" olarak adlandırdılar. Maddi form, maddeye özel biçimini ve karakterini veren ve her bir nesneyi meydana getiren düzenleyici aracıydı. Onu, yaşamı farklı organizma ve türlere ayıran bir genetik kod olarak düşünebiliriz ama Ortaçağ felsefecileri onu varlığın farklı bir düzlemi olarak düşündüler. Belki de "Tanrı'nın aklındakiler" olarak anlaşılabilen Platoncu idealar gibi olduğunu düşünmekteydiler.

Dört element öğretisi dünyanın, teorik olarak, dört ortak merkezli küreden meydana gelmiş olmasını gerektiriyordu; en içteki, en ağır element olan toprak, sırasıyla su, hava ve ateş ile çevrilmişti. Bu dört element belki de Güneşin ısı ve ışığıyla gerçeklikte birbirine karışmışlardı. Elementlerin, dünyadaki tüm maddeleri biçimlendirecek biçimde nasıl biraraya geldikleri ya da ayrıldıkları meselesi, bilimin en büyük bilinmeyenlerinden biriydi ama doğanın sonsuz bir akış alanı olduğu tasavvur ediliyor ve bu bakış açısınca organik ve inorganik dünyalar arasında hiçbir özel ayrım yapılmıyordu. Ne İslâm dünyasında ne Hıristiyan Batı'da hiçbir cazibesi olmayan bir klasik düşünce de, Tanrı ya da insan iradesinden etkilenmeyen atomculuktu. Aristoteles





St. Albans'ın on dördüncü yüzyıldaki başkeşişi Wallingfordlu Richard, çağının en büyük matematikçilerinden biriydi ve ağırlık esaslı ilk mekanik saatlerden birini yaparak ünlenmişti. Burada bir çemberin bölümlerini ölçümlerken görülüyor. Bu resimde de açık bir şekilde görüldüğü gibi cüzam yaşamını sona erdirmişti.

düşüncesinde, tüm maddî tözler, *minima naturalia* denen küçük yapı taşlarına indirgenebilmekteydi. Ama atomlar, mesela Lucretius'un düşüncesinde, ne kadar küçülürlerse küçülsünler yine de ait oldukları tözün niteliklerini taşımaktaydılar: Böylece küçük olsa bile demir, bal ya da altın miniması yine de demirdir, baldır ya da altındır.

Doğadaki ahenk düşüncesi üzerine kurulan ve değişim olgusunun sırrını çözmeye çalışan disiplin simyadır. Batı'ya, on ikinci yüzyılda gerçekleştirilen Câbir çevirileriyle ulaşmış ve onu, olumlu bir tutumla, gerçekten maddeye ilişkin bir bilim olarak kabul eden Bacon ve Albertus Magnus gibi düşünürler bu alanda çalışmışlardır. Simya bir terminolojiye ve kendine özgü aletlere sahipti. Bu özellikleriyle sistematik bir bilim görünümü edinmişti. Câbir gibi geçmişteki bazı büyük otoriteler varlıklarını her zaman

hissettirmiş olsalar da bu alanda mineral asitleri ve alkol gibi bazı ger-
çekçi başarılar da elde edilmişti. Üstelik simya makaleleri pratisyen
insanların kalemlerinden dökülmekteydi. Elementlerin dönüşümü
ideali altın üretimine ve yaşam iksiri arayışlarına yoğunlaşmaya başla-
dı ve simya disiplini giderek büyücülük ve şarlatanlığa dayalı bir alan
haline geldi. 1360'larda, büyülü bir kitabın düşünü gören, sonradan
bunu edindiğini ve onun rehberliğinde altın yapabileceğini iddia
eden Parisli Nicolas Flamel gibi isimler simyaya romantik bir çekicilik
kazandırmış olsalar da bu disiplinin bilim tarihindeki yeri son derece
tartışmalıdır. 1400 yılında aynı formül, metalleri, yaşam koruyucular
elde etmek üzere soylulaştırmak amacına yönelik olarak düzenlendi
ve iksirler ilaç olarak kabul gördüler. Okült sözcük dağarına rağmen
simya Ortaçağ bağlamında pratik, empirik bir uğraştı. Maddi dünyanın
tözleriyle boğuşuyor ve bu özellikleriyle büyük ilgi görüyordu. Ancak
uygulamalarının analitik çerçevesi ve rehberliğini yapan metafizik ilke-
ler birbirine karıştı ve simya bilimini kaçınılmaz biçimde tehlikeye attı.

Manyetizma üzerine kaleme alınan ilk makalenin sahibi olan Pierre de Maricourt (1269, Peter Peregrinus olarak da bilinir), Ortaçağ bilimcilerince erişilmez olmayan bu araştırmaların sonuçlarını gözler önüne sermiştir. Mıknatıs taşlarıyla yaptığı geniş çaplı gözlem ve deneyler sonucunda Maricourt, Dünya üzerindeki gökkutuplarında bulunan çekici güç üzerine düşündü ve "kuzey kutbu-güney kutbu" kavramlarını ortaya attı. Manyetik pusulayı tasarladı, nasıl yapılacağını ve denizcilere sağlayacağı faydaları açıkladı. Maricourt'un sözkonusu eseri, deneysel araştırma ve çıkarımın bir örneği olarak kendi çağında hemen hemen eşsizdi ve etkileri bilim çağı olan on yedinci yüzyılda bile devam etti.

On dördüncü yüzyılda Oxford ve Paris üniversitelerinde, fizik bilimlerinin matematikselleştirilmesi yolunda önemli adımlar atıldı. Hareket sorunu uzun süre metafizik terimlerle tartışılmıştı: Mesela tüm tabiî hareketler, cisimlerin evrendeki tabiî konumlarına doğru hareket etme eğiliminde oldukları varsayımına dayandırılıyor ve hareketin ancak sürekli bir hareket ettirici sayesinde mümkün olabileceği düşünülüyordu. Bu varsayım hem gök cisimlerinin hareketlerini hem de bir mızrağın, fırlatıcının elinden çıktıktan sonra havadaki uçuşunu açıklamakta büyük güçlüklere yol açıyordu. Hareket gerçekten var mıdır, yoksa sadece hareket eden nesnenin ardışık konumlarının bir toplamı mıdır? Bu sorunun çözümüne büyük felsefi gayret sarf edildi. Bu fikir, Yunan mantıkçı Zenon ve onun ünlü varsayımına dayanmaktadır: Koşucu Achilles, kaplumbağayı asla yakalayamaz çünkü Achilles kaplumbağa-



nın bulunduğu noktaya gelene dek kaplumbağa oradan çoktan ayrılmış olacaktır. Hareket ve hız Achilles'in gerçek özellikleri değildir. Bu tartışma düzlemi metafizikçiler arasında yayılmıştır. Ortaçağların maddi kültür ve teknolojisinde *kütle* ya da *hız* gibi kavramlara yer olmadığı kabul edilmelidir. Ancak 1350 dolaylarında Oxford'daki Merton Koleji'nde bir grup düşünür, hareketi matematiksel olarak analiz etmek için sistematik bir teşebbüste bulundular. Isı, ağırlık, güç ya da hız gibi diğer doğal niteliklerin de uzamsal olarak ele alınabileceklerini, çizgilerle geometrik biçimde temsil edilebileceklerini düşündüler. Daha sonra Chanterbury Başpiskoposu olan Thomas Bradwardine ve Richard Swinshead da Merton grubunun üyeleriydiler. Hız ve ivmeye ilişkin formüllere dayanan yeni bir terminolojiyle sonuçlanan çalışmaları "Merton yasası" ya da "ortalama hız kuramı" olarak ünlendi: Hızlanan bir cisim verili bir zamanda, ortalama bir hızda hareket edeceği için aynı mesafeyi koruyacaktır. Çok geçmeden Parisli Nicole Oresme bu kuramı ispatlamak için koordinat geometrisine benzeyen, zarif bir geometrik kanıt sundu. Bu kanıt, matematiğin fizik bilimlere uygulanması adına önemli bir buluştu. St. Albans Başrahibi, Wallingfordlu Richard'ın kariyeri, matematiğin genel anlamda canlanışına bir örnekti. *Quadripartitum* adlı eseri, sinüs ve kirişleri kullanarak küresel astronomideki problemlerin çözümü için formüller sağlayan trigonometri üzerine yazılmış, Batı'daki ilk geniş kapsamlı makaledir ve tamamen yazarının İslâmî kaynaklar konusundaki ustalığının bir ürünüdür. Richard, gezegenlerin konumlarının hesaplanmasında *albion* adı verilen gelişmiş bir ekvatoryum tasarladı ve ayrıntılarını bildiğimiz ilk ağırlık temelli mekanik saati tasarlayarak büyük şöhrete kavuştu. Richard'ın saati, zamanı göstermekte olduğu kadar, Güneş, Ay ve gezegenlerin hareketlerini göstermekte de kullanışlıydı. Cephesi birkaç metrelik bir usturlabınkine benziyordu. İbrelerin hareketi gökyüzündeki cisimlerin hareketlerinin göstergesi olarak tasarlanmıştı. Saat kısa sürede, karmaşık, anlamlı ve kendi kendine işleyen, ancak yine de Tanrı, yani tasarlayıcısı ve düzenleyicisi olmaksızın bir anlam ifade etmeyen kozmosun bir simgesi olarak, bilim adamları ve teologlar arasında büyük bir sembolik önem kazandı.

### Canlı Bilimleri

Batı'da, fizik bilimlerindeki klasik öncesi gerilemenin bir benzeri, Roma'daki okulların kapanması ve Yunan felsefesinden kopma nedeniyle tıp alanında da yaşanmıştı. Tedavi uygulamaları manastırlara



58

geçti ama Hıristiyanlığın beden ve beden sağlığı anlayışı klasik Hipokrat
tıbbının dünyevi anlayışını tamamen tersine çevirdi. Hastalığın günah-
lar için ilâhi bir ceza olduğu inancı bilimsel tıbbın çok az teşvik görme-
sine yol açtı. Bu tavır, azizlere ve onların mucizevi tedavilerine ilişkin
popüler kültlerin de yardımıyla iyice pekişti. İnananlar, belli azizlerden
belli hastalıklar için şifa diler hale geldiler: Kore hastalığı[11] için Aziz
Vitus'a (Aziz Vitus'un dansı), yılancık için Aziz Anthony'e, veba için
Aziz Roch'a. On ikinci yüzyıl, Yunan tıbbının yeniden doğuşuna şahit
oldu ve Arap biliminin aracılığı bu yeniden doğuşta da sözkonusuydu.
Galen'in yanı sıra, İbn Sînâ, Râzi ve Ebu Kâsım gibi İslâm tıpçıları da
Batı'nın kanonik otoriteleri haline geldiler. Salerno'da, Batı dünyasının
ilk büyük tıp okulu geleneksel ve sembolik olarak dört hekim tarafın-
dan kuruldu: biri Yunan, biri Arap, biri İbrani ve biri de Latin. Bunu
Bologna, Padua, Paris ve Oxford'daki tıp okulları izledi. Bu kurumlar,
üniversiteler içinde ortaya çıktılar ve tıp eğitimi böylece, mantık, felse-
fe, teoloji ve astronominin yanında yerini aldı. Ortaçağın dünya görüşü
içerisinde, Tanrı'yı doğayı ve insanı kapsayacak biçimde yeniden şekil-
lendi. Böylece popüler bir zanaat olmaktan çıkarak sağlam bilimsel
temellere sahip bir meslek olma yolundaki uzun dönüşümüne başladı.

Temel hastalık ve sağlık kuramı Galenci bir görünüm arz ediyordu:
İnsan bedeninin dört element tarafından belirlendiği, dört mizacın den-
gesine dayalı bir anlayış; soğuk ve sıcak, nemlilik ya da kuruluk. Hasta
bireydeki herhangi bir dengesizliğin teşhisi, üroskopi, nabız ve vücut
ısısında dengesizlik, cilt döküntüleri vs. vasıtasıyla belirleniyor ve ilaç-
larla, diyetle ya da kan alma operasyonlarıyla tedavi ediliyordu. Bitkisel
ilaçlar ağırlıktaydı ama Dioscorides'in eserleri fazla ayrıntılı olduğu ve
orada adı geçen bitkilerin çoğuna Batı Avrupa'da ulaşılamadığı için
daha basit bitkiler kullanıldı. Tiryak, her derde derman ilaçtı. Yılan
etinden yapılmakta ve başlangıçta zehir tedavilerinde kullanılmaktaydı.
Ancak sonraları bu karışıma birçok madde eklendi. Popülerliğini kıs-
men, muhteviyatındaki afyon maddesinden almış olabilir.

Mizaçların dengesizliğinin birincil sebeplerinden birinin de semavî
olduğu düşünülüyordu. Bu yüzden astroloji, Ortaçağ tıbbında temel
bir rol oynadı. Yıldızların ve gezegenlerin, bireyin doğumu esnasındaki
karşılıklı konumlarının, bireyin durumunu belirlediğine ve semavî güç-
lerin yaşam boyu devam eden akışında, bu etkinin sürdüğüne inanıl-

11 Yüzde, kol ve bacaklarda tikler meydana getiren bir çocuk hastalığı. (ç.n.)





Hemoroit, burun polipi ve katarakt ameliyatları yapan Ortaçağ cerrahları.

maktaydı. Üstelik zodyaka bağlı işaretlerin bedenin deği-
şik bölümlerine egemen olduğu düşünülmekteydi. Koç
burcunun kafaya, Aslanın kalbe, Başak burcunun karna
egemen olduğu düşünülüyor ve bu etkiler zodyak adamı
çizelgelerinde grafik olarak gösteriliyordu. Bu çerçevede
hekim, hastalıkların tedavisinde, cerrahide ya da bir kriz durumun-
da, gök cisimlerinin düzenlenişlerini göz önünde bulunduruyordu.
Chaucher, fizik doktoru hakkında şöyle der:

> *... yıldızların doğuşunu kestirebilir,*
> *Hastasının talihinin yazılı olduğu yerin.*
> *Her hastalığın gidişatını bilir*
> *Sıcağın, soğuğun, kurunun, nemin*

Gök cisimlerinin etkileri, 1347-1351 yılları arasında baş gösteren
kara veba türünden salgın hastalıkların gelişlerini önceden haber
vermekte bilhassa önemliydi. Astrolojik etkilerin fiziksel gerçekliği-
ne duyulan inanç, Paris tıp fakültesinin kararında da görülür: Veba,
Jüpiter, Satürn ve Mars gezegenlerinin bir bağıntısından kaynaklanan
hava kirliliğinin neticesidir. Boccaccio da vebanın ya gezegenlerin
etkisi sonucu ortaya çıktığını ya da Tanrı tarafından günahlarımızı
cezalandırmak üzere gönderildiğini kabul etmektedir.

Cerrahi, Ortaçağda tıbbın daha aşağı, daha az entelektüel bir seviyesi olarak görülmüş ve orta çağların anatomi bilgisi Galenci modeller üzerinde hiçbir ilerleme göstermemiştir. İnsan bedeni üzerindeki incelemeler, ondördüncü yüzyılda üniversitelerde uygulanmaya başlandı. Genellikle, idam edilmiş suçluların bedenleri üzerinde çalışılıyor ama bir asistan tarafından gerçekleştiriliyordu. Hoca metinlerden açıklamalar yaparken öğrenciler sadece izliyorlardı: bu bir araştırma değil, eğitimdi. İlk Latince anatomi makalesi, Mondino de Liucci'nin 1316 tarihli *Anatomia*'sıdır. Liucci, Galen'in yaptığı bazı hataları tekrarlamış hatta bunlara yenilerini eklemiştir. Yine de, bir zamanlar Mondino'nun eğitim verdiği Bologna, sonraki tarihlerde, ilk elden anatomi çalışmalarının, daha geniş bir anlamda yeniden dirilmesine katkıda bulunmuştur. Mondino'nun cerrahideki muadili Guy de Chauliac'tır. Avignon papalarından bazılarına hekimlik yapmış, büyük ölçüde Galen'den, Râzî'den, Ebu Kâsım'dan ve İbn Sînâ'dan yaptığı alıntılarla 1363 yılında *Chirurgia Magna*'yı yazmıştır. Guy, Avignon'daki vebayı, koltuk altında görülen hıyarcıkların belirtilerini ve salgının Asya'dan nasıl yayıldığını anlattı. Ancak bu konuda, kendi döneminin genel anlayışını aşabilecek durumda değildi. Bu yüzden vebanın, ya gezegenlerin karşılıklı konumlarından meydana geldiğini ya da dünyayı zehirlemek isteyen Yahudilerin başının altından çıkan bir komplo olduğunu iddia etti. Ortaçağ tıbbının verileri ve teorik temelleri hemen tamamen Galen ve Arap kökenliydi. Orijinal katkısı, astrolojik kuramları ayrıntılandırması oldu. Zodyak adamı çizelgesi, insan bedeninin kozmostaki konumunun felsefi bir göstergesi olarak çok tatmin edici bulundu.

Doğa tarihi bilimleri –botanik ve zooloji– Ortaçağa özgü tipik ifadelerini, iki metin geleneği içinde bulmuşlardır: bitki kitapları (herbal) ve hayvan kitapları (bestiary). İkisi de gerçek dünyanın gözlemlenmesi üzerine, güvenilir temellere sahipti ve ikisi de popüler ya da efsanevî inançlarla fazlaca yüklüydü. Bu metinler, bitki ve hayvanları okurun zihninde sabitleştirecek resimlerle bezenmişlerdi. Sanatçılar hep aynı kopyaları çıkarıp durdular ve bazen mevcut modelleri geliştirdiler. Bitkiler, edinilmesi, incelenmesi ve tasvir edilmesi daha kolay varlıklar oldukları için, genellikle hayvanlardan daha doğru biçimde anlatılıyorlardı. Bitkiler öncelikle ilaç ve besin olarak değerlendiriliyorlardı. Dioscorides'in bu alandaki çalışmaları biliniyordu. Ama Pseudo-Apuleius'un *Herbarius'u*, daha kısa, daha pratik bir yapıttı ve orta çağlarda daha yaygın bir otorite oldu. Bitkilerin biçimleri değil fakat görev ve kullanımları tasvir edildi. Bazı efsanevî ya da büyülü özelliklere özel





Sahte Apuleius'un *Herbarius*'unun on ikinci yüzyıldan kalma bir el yazmasından, efsanevî basiliska yılanı (kurtpençesi ya da yılankökü). Bitkinin basiliska yılanının yaşadığı yerlerde yetiştiği ve köklerinin pençeye benzediği söylenirdi.

bir ilgi gösterildi. Bunun klasik örneği, kökünden söküldüğünde çığlık atan mandrake bitkisidir. Hayvan kitapları (bestiary) daha efsanevî bir içeriğe sahiptiler. Sadece at, tilki ve kirpi gibi gerçek canlıları değil tek boynuzlu at, Zümrüdüanka ve Grifin gibi hayalî yaratıkları da anlatıyordu. Hayvanlara ilişkin kitaplar aynı zamanda ahlâkî bir karaktere de sahipti. Hayvanların karakteristik özellikleri anlatılıyor, Ezop'un fabllarına göndermeler yapılıyordu. Tilki şeytanî bir kurnazlığa sahip görülüyor, turnaların askerî düzende uçtukları, aslanın ölü doğmuş yavrusunu diriltebildiği söyleniyordu. Bu kitaplar hayvanlar üzerine yazılmış bilimsel çalışmalar olmaktan daha geniş bir işleve sahiptiler; popüler inanç ve efsane deposuydular. Hayvanların, insanların ders çıkarabileceği belli nitelikleri temsil ettikleri bir dünya yorumu sunuyorlardı. Nadir de olsa, doğaya doğrudan ve empirik yaklaşan çalışmalar da vardı. En ilginci, İmparator II. Friedrich Hohenstaufen'in, kuşlarla avlanma üzerine yazdığı, *De arte venandi cum avibus* (*Kuşlarla Avlanma Sanatı*) idi. Avcılık, bütün saraylarda ve zengin konaklarında önemli bir faaliyetti. Avlanma esnasında, hayvanlar alemiyle yakın bir temas sağlamak için bazı hayvanlar bulunduruluyordu. Fakat bu konuya kitaplarda nadiren rastlanmaktadır. Kuşların göçleri, anatomisi, yuvaları, uçuşları ve terbiye edilmeleri gibi konularla ilgili metinlerin tümü de, keskin kişisel gözlemlere dayanıyordu. Bu alan, Aristoteles ya da İbn Sînâ gibi büyük isimlerin, hakkında hiçbir şey söylemedikleri bir alandı.

Doğu'nun ve Batı'nın Ortaçağ kültürlerinde göze çarpan ilk özellik dinin merkeziliğidir. Hıristiyanlık ve İslâm iki büyük akıl ve ruh imparatorluğu kurdular. *İncil* ve *Kur'an*, Kilise ve Cami, Haçlı Seferleri ve Cihad bu kültürlerin egemen özellikleriydi. Bu kültürlerde bilimsel düşünce, tümellere, doğadaki görünür şeylerin ardında yatan, onları kendi içinde tutarlı ve insan aklı için anlaşılabilir kılan kavramsal gerçekliklere yönelik bir araştırma tarafından güçlü bir şekilde belirlenmiştir. Bu tümeller arasında, dairesel hareket, maddi dünyanın elementleri ya da form-madde ikiliği de bulunmaktadır. Böyle bir araştırma, bir anlamda son derece moderndir. Ne de olsa yirminci yüzyıl fiziği de maddi evreni biraraya getiren güçleri açığa çıkarmaya çalışmıyor mu? Ayrım şurada: Ortaçağ bilimi bu yasalara empirik bir temelden yola çıkarak yaklaşmıyordu çünkü bu yasaları kurmak için gereken analitik verilere sahip değildi. Bunun yerine, evrenin rasyonel bir aklın yaratısı olduğu ve bu nedenle rasyonel ilkelere uygun şekilde düzenlendiği inancından yola çıkıyordu. Böylece ilkeler, metafiziğe uygun şekilde, dünyanın gerçek, fakat gözle görülemeyen güçlerin etkisinde olduğunu düşünmeye eğilimli zihinleri tatmin edecek biçimde formüle edilmişti. Tümeller, mantıkla ve bedihî önermelerle keşfedilmekte ve doğrulukları doğa alanında asla sınanmamaktaydı. Ortaçağ düşünürleri, muazzam genişlikte ama sınırlı, karmaşık ama amaçlı ve insanın kısmen aklî soruşturmalar, kısmen de inanç vasıtasıyla kavrayabileceği bir evrene ilişkin, tutarlı bir düşünce sistemi kurdular. Bu görüş, Dante'nin, Aquinas gibi gerçek insanların rehberliğinde, dünyevi sınırlamalardan azade bir biçimde gök cisimleri arasında gerçekleştirdiği seyahati ve bu seyahat esnasında kozmik düzenin görkemi karşısında duyduğu dehşet ve huşuyu anlattığı *İlâhî Komedya*'nın, özellikle *Cennet* isimli son bölümünde tezahür eden görüştür.

Batlamyus ve halefleri tarafından ustalıkla kurgulanan bu kozmoloji tamamen betimleyici ve yüzeyseldi. Sistemin işleyişini sağlayan güçlere ilişkin hiçbir gerçek bilgi verilmemekte, belki de verilememekteydi. Bu durum, Ortaçağ bilimcilerinin soru sorarken ve sordukları soruları cevaplarken bizimkinden farklı terimler kullanıyor olmaları nedeniyle, kaçınılmaz bir sonuçtu. Orta çağların maddî kültürü ve teknolojisi bu durumun bir örneğidir. Kütle, hız, mekanik enerji, güçler alanı ya da çekim (gravite) gibi kavramlarla düşünmek için bir neden yoktu. Ortaçağ felsefecilerinin deneyi ihmal ettikleri sıklıkla söylenir



ama onların deney anlayışının bizimkinden temelden farklı olduğunu söylemek daha doğru olacaktır. Ortaçağ bilimindeki tartışmaların çok fazla metin odaklı olması dikkat çekicidir. Diğerlerinin fikirlerinin iletilmesi ve özümsenmesi faaliyetinde fikirler, nicel deneylere değil sadece mantıksal incelemelere konu edilebilmekteydiler. Ortaçağın otoriteye duyduğu saygı, yeni bilgi ve fikirlerin, geleneksel üstatların sundukları bilgi ve fikirlerden daha düşük bir değerde kabul edildiklerinin göstergesiydi. Ortaçağ Avrupasının önde gelen felsefecileri tüm kariyerlerini beş yüzyıl önce yaşamış ve ölmüş düşünürler üzerine ayrıntılı yorumlar yapmaya sarf ettiler. Bu durum, Ortaçağ dünyasının, onun maddi kültürünün ve görünür planının tamamen Antik Yunan'ın kabulü olduğu gerçeğiyle ilgilidir. Değişim, süreç, orijinallik, yenilik, devrim... Bunlar, geçmiş dönem irfanının mirasına nüfuz etmeye yeğlenecek kavramlar olarak görülmemiştir. Ortaçağ bilimine bir örnek ararken *mappa mundi*'den başka bir yere bakmaya gerek yoktur. Bunlar, tamamen efsanelerden ve *İncil*'den hareketle hazırlanmış, gerçek coğrafyaya dayalı dünya haritalarıdır. Bu haritalarda parçalı bir gerçeklik göze çarpmaktadır; kıtalar, denizler, şehirler. Aralarındaki ilişkiler ölçülemezdir, sınırları muğlaktır. Eğer bir bilimsel Rönesans gerçekleşmemiş olsaydı, Ortaçağ bilimi bu kaynaklardan çok yavaş bir biçimde uzaklaşacaktı. Pusula, saat ve silah gibi Ortaçağ icatlarının, hediyelik eşyalar olmaktan çıkıp maddi dünyayı yeniden biçimlendirebilecek aletler haline gelmeleri çok uzun zaman almıştır.

Dördüncü Bölüm

# Rönesans Sorunu

*Dini çocukça bir oyuncak addediyor ve*
*"Günah değil cehalet vardır" diyorum*
Marlowe, *Malta Yahudisi*

## Ressamlar ve Mistikler

Rönesans bazen, herhangi birinin oynayabileceği bir oyun gibi görünür: Sanat, felsefe, ekonomi ve bilim tarihçileri onu tekrar tekrar tanımlamaktan ya da varlığını hepten reddetmekten hoşlanırlar. Rönesans çağı gözlemcilerinin, özellikle Petrarch'tan Vasari'ye İtalyan yazarların, bir *yeniden doğuş* çağında yaşadıkları kuşku götürmezdir; ama bu sözcükle ifade etmek istedikleri şey tam olarak neydi? Bu yeniden doğuş, salt sanatsal bir olay mıydı yoksa bu sözcük, çağın düşünce ve ruhunu daha derinlikli biçimde tanımlayan bir sözcük müdür?

Rönesansın görsel sembolleri, 1460-70'lerin İtalyan resimlerinde bugün rahatlıkla görülebilmektedir: perspektife dayalı manzara resimleri, aslında sadık kalınarak çizilmiş capcanlı hayvan ya da çiçek resimleri ve hepsinden öte, zarif orantılara sahip insan bedenleri. Bu resimlerde doğaya yönelik yeni bir ilgi açıkça ortadadır. Ama bu görüntülerin ardında herhangi bir bilimsel geometri, biyoloji ya da anatomi bilgisi yatmakta mıydı? Cevap neredeyse tamamen olumsuzdur. Bilimde, sanattakine paralel bir rönesansın gerçekleştiğini söylemek çok güçtür. Sanatçıların, doğaya bambaşka bir gözle bakmak işini bilimcilerden çok önceleri başarmış oldukları anlaşılmaktadır. Vasari, Rönesans sanatını; "doğanın gerçek özelliklerinin düşünsel olarak araştırılması ve şevkle taklit edilmesi" olarak tanımlamıştır. Bu ifade, bilime bir imtiyaz verildiği biçiminde yorumlanabilse de, Leonardo, Michelangelo ve Dürer, sanatta kendi devrimlerini gerçekleştirmiş, Kopernik'in bilimsel

düşüncede rönesans başlatan *De Revolutionibus* isimli eserinin yayımlandığı tarih olan 1543'ten yıllar önce ölmüşlerdi. Üstelik sözkonusu eser, kayıtlı tarihin gördüğü en büyük teknolojik yenilikten; matbaanın icadından tam bir yüzyıl sonra yazılmıştır. Böylece Rönesansın temel problemi bilimsel terimlerle şöyle ifade edilebilir: Nasıl olur da dünya tarihinin modern çağını başlattığı ısrarla iddia edilen, Avrupa'nın bu yeniden doğuş çağında, modern dönemi şekillendiren karakteristik güç olan bilimsel bilgi hiçbir rol oynamaz?

*Rönesans* adını verdiğimiz karmaşık olaylar dizisi, birçok hadiseye şahitlik eden 1543 yılı itibariyle (Vesalius'un anatomi üzerine büyük çalışmasını kaleme aldığı yıl) bilimsel düşüncenin bağlamını dönüştürmüş bulunmaktaydı. Bu olaylar nelerdi? Birincisi; özellikle İtalya'daki ve Güney Almanya'daki kent toplumlarında refah seviyesi artmış, buna paralel olarak yeni bir mimari, yeni bir bilim, yeni toplumsal yapılar ve yeni bir entelektüel anlayış ortaya çıkmıştı. İkincisi; sanatçılar doğayı ve (perspektifte ustalaşarak) doğayı resmedecekleri araçları yeniden keşfetmişlerdi. Bu sanatçıların çalışmaları, doğadaki yapılara ve güçlere farklı bir nazarla bakmak yolunda, çağdaşlarına ilham oldu. Üçüncüsü; Avrupalı denizciler, insanın, yaşadığı dünyaya yönelik kavrayışında devrime yol açacak gelişmelere imza atmış, insanlık tarihi boyunca saklı kalan okyanusları ve kıtaları ortaya çıkarmışlardı. Dördüncüsü; yeni matbaa teknolojisi, fikirlerin ve bilgilerin değiş-tokuşunu, önceleri hayal edilemeyecek derecede kolaylaştırmıştı. Beşincisi; Protestan Reformu, Ortaçağ Hıristiyan aleminin bütünlüğünü paramparça etmişti. Bu faktörleri birbirleriyle ilişkilendirerek bir düzene koymak güçtür ama bu hadiselerin iç içe geçerek on altıncı yüzyıl itibariyle, otorite saygısına ve devamlılığa dayalı Ortaçağ düşüncesine tamamen zıt, yeni bir entelektüel iklim oluşturduğu açıktır. Bu faktörler arasında, yorumlanması belki en güç olanı Reform hareketidir. Çünkü her ne kadar Reform hareketi yüzyılların otoritesine açıkça meydan okumuşsa da Protestanlıkla düşünce özgürlüğü ve bilim arasında açık bir bağlantı bulunmamaktadır. Dahası Reformasyon, Katolik Kilisesini din dışı düşüncelere karşı bir seferberliğe sevk etmemiş; Kilise, Kopernik ve Galileo'nun kuramlarına karşı bir muhalefete girişmemiştir. Yukarıda saydığımız sosyal ve teknik değişikliklerin etkisiyle on beşinci yüzyılda doğaya yönelik yeni bir yaklaşımın geliştiği, genel anlamda doğrudur. Dönemin yenilikçi bilimi, ağırlıklı olarak "uygulamalı bilim" dediğimiz alanlarda, mesela tıp, denizcilik, mimari, madencilik ve mühendislikte ortaya çıkmıştır. Bu alanlarda ortaya çıkan yeni gözlem ve teknikler, teorik bilimlerde gerçekleştirilen düşünsel devrimlere de öncülük etmiştir.






İki aritmetik sistemi. Yeni Hint-Arap rakamlarıyla hesap yapan soldaki adamın [Boethius], hâlâ geleneksel abaküsü kullanan ve kederli olduğu görülen sağdaki adamdan [Pisagor] daha hızlı yol aldığı açıkça görülmektedir. Reisch'in 1503 tarihli *Margarita Philosophica* adlı eserinden.



Kadranlar yardımıyla topla nişan alma, 1547. Matematikçi Tartaglia, maksimum rakımın 45 derecelik bir ateşleme ile elde edilebileceğini isabetli biçimde iddia etmiştir. Balistik çalışmaları kuvvet ve yerçekimi gibi konulara ilişkin Rönesans düşüncesinde önemli bir rol oynadı. Ryff'in 1547 tarihli *Matematik ve Mekanik Sanatlar* adlı eserinden.

Bütün bu alanlarda sağlanan başlıca gelişme, matematiğin profesyonel bir araç olarak öne çıkmış olmasıdır. Rönesans İtalyasının refahı, kredi ve banka sisteminin yaygınlaşması ve bazı bölgesel para sistemlerinin ortaya çıkması, Arap sayı sistemi sayesinde kolaylaşan matematik becerilere yönelik bir bağımlılık yaratmıştı. 1482'de Öklid'in eserinin ilk baskısı yapılmış ve takip eden on yıllarda uygulamalı aritmetiğe ilişkin sayısız çalışmalar yayımlanmıştır. Cebir ve geometrinin yanı sıra muhasebecilik, para, ağırlık ve ölçü gibi konularda da eserler kaleme alan Luca Pacioli'nin çalışmaları da basılan eserler arasındadır. Pacioli, Piero della Francesca ve Leonardo da Vinci gibi sanatçılarla da temas halindeydi. Leonardo, Pacioli'nin en meşhur çalışması olan *Divina proportione* (*Tanrısal Oran Üzerine*, basım yılı: 1509) için geometrik şekiller çizmişti. Doğanın özünde bulunduğu düşünülen ve sanatçılarca keşfedilip taklit edilebilecek bir şey olarak görülen *oran* kavramı, Rönesans'ın resim ve mimariye yönelik yaklaşımının temelini oluşturdu. Bildiğimiz



kadarıyla cebirsel işaret sistemi henüz mevcut değildi. Çalışmalar bir dizi mantıksal aşamayla, sözel olarak ifade ediliyordu. Ama İtalya'daki salt matematik araştırmaları Niccolo Tartaglia (1499-1557) ve Girolamo Cardano (1501-1576) tarafından ilerletildi. Cardano aynı zamanda teknoloji ve doğa bilimleri üzerine ansiklopedik çalışmalar kaleme almıştır. Bu çalışmalar Leonardo da Vinci'nin bazı düşünceleriyle büyük benzerlikler taşımaktadır. Bazı tarihçiler sözkonusu benzerliklerden yola çıkarak, Cardano'nun, Leonardo'nun basılmamış not defterlerini elde etmiş olabileceğini iddia etmişlerdir. Gerek Cardano gerek Tartaglia yeni ateşli silahlar (*balistik*) bilimiyle de ilgilendiler ve bu alanda yaptıkları çalışmalar, Aristoteles fiziği hakkında bazı soru işaretleri doğurdu: Bir merminin hareketini sürdürmesini sağlayan kuvvet, gerçekten de havanın mermi etrafındaki hareketi midir? Merminin izleyeceği yol, düz çizgi halinde midir? Namludan çıkan bir mermi önce dosdoğru hareket edip sonra aşağıya doğru kavis mi yapacaktır? İki düşünür de, bir top mermisin izleyeceği yolun başından itibaren kavisli olacağı sonucuna vardılar. Ama kuvvet, hız ya da Galileo'nun öngördüğü yerçekimi olgusu üzerine teorik neticelere varamadılar. On altıncı yüzyılın ortalarına doğru matematiğin, *oran, ölçü* ya da *hareket* gibi kavramların anlaşılmasında bir araç olarak görülmeye başlandığı ve bu düşüncenin giderek ağırlık kazandığı açıktır.

Sık sık Rönesansa özgü bir düşünce olarak değerlendirilen, modern bilimin müjdecisi olarak yüceltilen ve bir tür doğa felsefesi olan Hermetisizm de bu çağda ortaya çıkmıştır. Hermetisizm, aslında bir bilimden ziyade gnostik, yani mistik bir sistemdi. Modern imgelemi, bilimsel hassasiyetinden ziyade cesaretiyle etkilemiş ve bu akımın öncü ismi Giordano Bruno hakkında güçlü bir efsane ortaya çıkmıştır. *Hermetisizm*, adını, Yunanlıların *Hermes* diye adlandırarak kendilerine mâl ettikleri Mısır tanrısı Thoth tarafından yazıldığı sanılan bir öğretiler bütününden alır. Bu Yunan metinleri, St. Augustine gibi erken dönem kilise babaları tarafından da bilinmekteydi. Sonraları M.S. ikinci yüzyıla ait oldukları kanıtlanmış olsa da, Antik Çağa dayandıklarına inanılmaktaydı. Bu metinler, Dünyanın yaratılışı, astroloji, tıp, simya, büyü ve dini törenler gibi konuları kapsıyordu. Bazı pasajlarda göndermelerde bulunulan tanrının oğulları, Hıristiyanlığın peygamberleri olarak kabul edilip benimsenmişti. 1471 yılında Marsilio Ficino, sözkonusu Hermetik metinleri Latinceye çevirip yaklaşık iki yüzyıl boyunca azalmayacak bir ilgi başlatana dek, metinler Batı'da hiç bilinmiyorlardı. Bu metinlerin temel öğretileri, insanla kozmosun birbirlerinden bağımsız





*Soldaki:* Öklid'in 1482'de Venedik'te yayımlanan ilk matbaa baskısı versiyonu. Kullanılan metin Bathlı Adelard'ın Latince çevirisidir ve on üçüncü yüzyılda Novaralı Campanus tarafından gözden geçirilmiştir.

*Sağdaki:* Archimedes'in Yunanca metninin ilk matbaa baskısı. Archimedes'in yeniden keşfedilmesi, Galileo gibi Rönesans düşünürlerinin dikkatini fizik problemlerine ilişkin matematiksel analizlere çekmekte etkili oldu.

oldukları ve insanı gerek doğaya gerek ruh dünyasına bağlayan bazı sempati/benzerlik yasaları bulunduğu inancıydı. Bu sistemde doğadaki gizemlere yönelik bilginin, ruhun kurtulmasını, insanın arınarak tanrı benzeri bir varlık haline gelmesini sağlayacağı düşünülmekteydi. Bu inancın kapsamı, simya ve astroloji uygulamalarını teşvik etmiştir ama Hermetisizmin bir tür ilk-bilim (proto-science) olarak kabul görmesini sağlayan bazı bilgi alanları da mevcuttur. Ancak metinler, doğanın varsayılan sırlarının ve benzerlik yasalarının alelâde bilimsel yöntemlerle hiçbir zaman keşfedilemeyeceğini, bunun için büyüye ve ilâhî vahye başvurulması gerektiğini savunmaktaydı. Bu durum, metinlerin bir tür bilim olarak kabul edilmesini engellemektedir. Aslında Hermetisizm doğanın sırlarına nüfuz edebilmek için, büyüye köklü bir gnostik geçiştir. İnsanın doğa güçleri üzerindeki hakimiyetine yönelik Hermetik heyecanın, modern bilimden ziyade, insanı yaşadığı fiziksel çevreye köle olmaktan kurtaran modern teknolojiyi öncelediğini ileri sürmek daha makuldür.





Bir usturlap yardımı ile bir kulenin uzunluğunun ölçülmesi. Usturlab, kule ve gölgesinin oluşturduğu şekle benzer bir üçgen çizmekte kullanıldı. Stöffler'in, 1512 tarihli, *Usturlap Araştırmaları* adlı eserinden.

Hermetisizme yönelik modern ilgi muhtemelen, Rönesans dönemi Hermetik felsefecilerinin en meşhuru olan Giordano Bruno'nun (1548-1600), evrenin sonsuzluğu düşüncesinden kaynaklanmaktadır. Bruno kavgacı bir insandı. Önce Dominiken sonra Kalvinist ve en son bir gnostik olarak Avrupa'yı dolaştı. İtalya, Fransa, İngiltere ve Almanya'da dersler verdi, yazılar yazdı ve her yerde kendisine fikri düşmanlar edindi. Ortodoks inançlara geri döndü, Yeni Platoncu terimler kullanarak ruhun sonsuzlukla birliğe ulaşması hakkında yazılar kaleme aldı. *İncil*'deki dini anlayışın sadece cahil insanları yönlendirebilmek için varolduğunu, felsefeninse seçkin insanlara yol gösterdiğini iddia etti. Kozmosun yaşayan bir organizma olduğunu ve bir ruh taşıdığını söyleyen Platoncu anlayışı canlandırdı. Kuramsal bilim alanındaki en özgün ve tehlikeli teşebbüsü, evrenin sonsuz olduğunu ve birçok dünya içerdiğini iddia etmesiydi. Bruno bu düşünceyi astronomik kanıtlara değil, evren ruhunun küresel astronomi gibi çelimsiz bir mekanizma içerisinde barınamayacağına dair mistik bir sezgiye dayandırıyordu. Bruno, Engizisyon tarafından tutuklandı,

Hapislerle ve kovuşturmalarla dolu sekiz yılın ardından, 1600 yılında sapkın ilan edilerek Roma'da yakıldı. Engizisyonun Bruno'ya yönelttiği suçlamaların aslını bilmiyoruz çünkü konuya ilişkin başlıca dokümanlar kayıptır. Ama kozmolojisi nedeniyle idam edilmemiş olması muhtemeldir. İsa'nın tanrısallığını reddettiğini sık sık dile getirdiği için şeytani fikirlere sahip olduğundan kuşkulanılıyordu. Bruno'nun bilimsel doğru olarak kabul ettiği düşüncelerden vazgeçmeyi reddeden bir bilim şehidi olduğu, bu özelliğiyle Galileo'dan ayrıldığı düşüncesi yanlıştır. Bruno matematiksel astronomi geleneğinin bütünüyle dışındaydı. Savunduğu doğa felsefesinin, kuralcı Hıristiyan anlayışa meydan okuduğu bir gerçekse de, bu Rönesans mistiğinin modern bilimin habercisi olduğunu savunmak güçtür. Bruno'nunki kadar güçlü değilse de, Nicolas Cusanus'un (1401- 1464) yaşamı ve düşünceleri de modern bir merak uyandırmıştır. Nicolas Cusanus, Kiliseye bağlı bir hukuk adamı, tarih bilgini ve kilise kardinali olarak, karşıtların uyumu gibi son derece spekülatif, Ortaçağ tarzı bazı mantıksal ve matematiksel teoriler geliştirdi. Mesela, düz çizgiyle çemberin sonsuzlukta birbirlerine özdeş olacaklarını, sonsuz büyüklükte bir çemberin çevresinin düz bir çizgi olacağını, böyle bir durumda, bir noktanın çizgiler, yüzeyler ve katı cisimler meydana getireceğini, böylece noktanın evrenin bütününü içeren bir ayna hükmüne geçeceğini iddia etmekteydi. Akademik bazı ilgiler olmaktan öteye geçmeyen bu metafizik akıl yürütmelerin yanı sıra Nicolas Cusanus evrenin sonsuz olduğu, Dünyanın kozmosun merkezi olmadığı ve kozmik cisimlerin hareketlerinin mutlak değil gözlemciye göre değişen hareketler olduğu gibi şaşırtıcı iddialar ortaya atmıştır. Bu düşünceler kendi çağında önemsiz akademik ilgiler gibi görünmüş olsalar da, sonraları Kopernikçiliğin bir habercisi olarak değer kazanmışlardır. Yine de Nicolas Cusanus'un teorileri, herhangi bir astronomik kanıtla desteklenmiş değillerdi. Bu yüzden sadece spekülasyon ve mantıksal olasılık olarak kalmışlardır. Nicolas Cusanus, sıradan deneyimin matematik kesinlikten mahrum olduğunu ve doğada dümdüz çizgiler ve mükemmel dairelerin mevcut olmadığını vurgulamış, bu nedenle doğanın matematiksel olarak betimlenebilmesinin imkânsız olduğunu iddia etmiştir. Bilimin öncüsü olan Nicolas Cusanus, kendine özgü bir düşünce biçimi dokuyarak, yerini usta mantıkçı Nicolas Cusanus'a bıraktı. Oysa Nicolas Cusanus'un öldüğü yıl, matematiksel astronomide ve kuramsal bilimlerde bir Rönesansın ilk ve heyecan verici belirtilerini teşkil eden, bazı önemli gelişmelere sahne olmuştur.



## Astronomide Reform

On beşinci yüzyılın ortalarında astronomi pek az empirik çalışma içermekteydi. Asli işlevi astroloji uygulamalarına temel oluşturmaktı. Astrologların çalışmaları, gök cisimlerinin konumlarını belirlemek ve gök cisimlerinden etkilendiğine inanılan insani olayları, bu konumlar vasıtasıyla yorumlamak esasına dayanıyordu. Gök cisimlerinin konumlarının belirlenmesinde kullanılan bazı optik rasat aletleri mevcut olmakla birlikte, birçok astronom ihtiyaç duyulan verileri sağlamada, önceden belirlenmiş hesap tablolarına bel bağlamaktaydı. Batlamyusçu "çemberler-dış çemberler" kuramı ve tüm gök cisimlerinin değişmez dairesel hareketler yaptıkları varsayımı, astrologlara muhtaç oldukları tüm konumların hesaplanması imkânını sağlıyordu. Bu tabloların en çok kullanılanı, 1252 yılında İspanya'da derlenen *Alfonsine Tabloları* idi. Böylece on beşinci yüzyılın astronom-astrologları, kozmik düzene ilişkin sağlam, şüphe götürmez sistem modellerine, önceki yüzyıllardan kalma hesap tablolarına bel bağladılar ve gök cisimlerini doğrudan gözlemlemek lüzumunu duymadılar.

Rönesans sanatının başlıca özelliklerinden biri de klasik modellerin sorgulanmasıydı ve bu süreç şimdi astronomi alanında tekrarlanmaktaydı. Batlamyus'un büyük astronomi eseri *Almagest*, Ortaçağ Avrupası tarafından iyi biliniyor ve bu kitapta tasvir edilen kozmik yapı, çağın tüm kozmolojik düşüncesinin temelini oluşturuyordu. Ama *Almagest*, uzun, teknik ve okunması çok zahmetli bir eserdi. O kadar ki, on beşinci yüzyılın sonlarına dek Avrupa'da pek az düşünür bu eser üzerine uzmanlaşmıştı. Bu durum, iki Alman astronomun, 1455-1465 yılları arasında gerçekleştirdikleri yenilikçi çalışmalarla değişti: Georg Peurbach ve Regiomontanus (yaşadığı kasaba olan Königsberg'in Latincedeki adı) olarak tanınan Johannes Müller, Viyana'da *Almagest*'i kapsamlı bir şekilde gözden geçirmeye giriştiler. Çalışmalarını, gezegenlerin konumlarına ilişkin bir dizi dikkatli gözleme ve eserin matematik yapısının esaslı bir yeniden değerlendirmesine dayandırdılar. Sonra bulgularını, o dönemde hemen her yerde kullanılmakta olan astronomik konum tablolarıyla, yani *Alphonsine Tabloları*'yla karşılaştırdılar. Peurbach, giriştikleri iş henüz yarılanmadan ölünce Regiomontanus çalışmayı 1463 yılına dek tek başına sürdürerek tamamladı. *Epytoma in Almagestum Ptolemei* isimli eser 1496'da nihayet ortaya çıktı ve Batlamyus astronomisi üzerine yayımlanmış ilk matbu eser olarak muazzam bir etki uyandırdı. Bu çalışma *Alphonsine Tabloları*'ndaki




Batlamyus (solda) ve Regiomontanus, Antikçağ ve Ortaçağ düşüncesinde kozmik yapının modelini temsil eden bir küre modelinin altındalar. Regiomontanus'un 1496 tarihli *Epytoma in Almagestum Ptolemei* adlı eserinden.



sayısız hataları ortaya çıkarıyor olması bakımından son derece önemliydi. Sözkonusu hatalar öylesine ciddiydi ki, Regiomontanus'u "çağımızın saf astronomları, kitaplarda rastladıkları her şeyi ilâhi ve değişmez şeylermiş gibi kabul edip kolayca inanan kadınlara benziyorlar... Yazıları her şeye inanıyor ve hakikatleri bulmak için hiçbir çaba sarf etmiyorlar" diye yazmaya sevk etti. Gezegen hareketlerinin *Tablolar*'da yalan yanlış verildiği ortaya çıkmıştı ama Regiomontanus bu hatalar için Batlamyus'u suçlamadı. Üstelik astronomide bir reformun, Batlamyus'un matematiksel modellerinin yeni ve kesinlik değeri daha yüksek gözlemlere uygulanmasıyla başarılabileceğini iddia ediyordu. Regiomontanus, astronomi otoriteleriyle astronomik gerçekliklere ilişkin gözlemler arasındaki çelişkileri ortaya çıkararak kendisini şok eden bir işlemler zinciri kurmuştur. Öyle ki, ortaya çıkardığı çelişkiler ancak Kopernik, Tycho ve Kepler tarafından gerçekleştirilen devrimden sonra çözüme kavuşturulabilecektir. Kopernik de *Epytoma*'yı bizzat incelemiş, eserde değinilen çelişkilerden çok etkilenmiş ancak eserin Batlamyusçu çerçeveden kopamamış olmasını hatalı bulmuştur.

Regiomontanus, Nuremberg'e yerleşti ve burada bir matbaa makinesi yaptı. Bu makineyle bilimsel metinleri yaymayı planlıyordu ama 1476 yılında erken yaşta öldü. Muhtemelen, Papa IV. Sixtus'un ricasıyla, takvim reformuna yardımcı olmak için gittiği Roma'da yakalandığı vebanın kurbanı oldu. Ölümünden iki yıl önce, gök cisimlerinin 1475-1506 yılları arasındaki konumlarına ilişkin tablolar içeren *Ephemerides* isimli eserini kaleme almıştı. O zamana kadarki en doğru saptamaları içerdiği kabul edilen bu çalışmanın, aralarında Kolomb'un da bulunduğu denizcilere rehberlik ettiği bilinmektedir. Regiomontanus, bilim rönesansının eşiğindeki geleneksel bir isimdi. Batlamyus'un kozmos modelini ve bu modelin işleyişindeki geometrik ayrıntıları sorgulamak gibi bir niyeti hiç olmadı ama yaptığı orijinal gözlemler ve hesaplamalar, haleflerinin klasik astronomiyi radikal biçimde dönüştürmesine yol açtı. Savunduğu empirist anlayış, bilimde, metinlerin ve tabloların kölesi olmaktan kurtuluş sürecini başlattı. Gerçekleştirdiği gözlemler ve matematikteki ustalığıyla, çağının astronomi bilgisinin ne kadar zayıf temellere dayandığını göstermeyi başardı. Biraraya getirdiği tutarlı veriler bütünü, Kopernik'in müjdecisi olarak değerlendirilmesine yol açtı. Nuremberg'de, Martin Behaim, Johann Schöner ve Bernhard Walther gibi isimlerin de yer aldığı bir matematik bilimler okulu kurdu. Bu düşünürler Regiomontanus'un orijinal yayım programını sürdürdüler ve bu yayım süreci, 1515 yılında *Almagest*'in ilk Latince baskısıyla doruğuna ulaştı.

Regiomontanus'un devrimci bir yenilik olan matbaayı astronomik araştırmalara yönelik yepyeni bir yaklaşımı yaymakta kullanma planları, onu bilimde yeni bir dönemin başlangıcı olarak kabul edenleri haklı çıkarmaktadır. Matbaanın, geçmişini olduğu kadar düşünce tarihinde oynadığı muazzam önemi de pek az biliyoruz. Bu bir paradokstur. Batı'ya gelişinden yüzyıllar önce Çin'de matbaanın kullanılmakta olduğu sıkça söylenir. Çin'de, yazı karakterlerini ve resimleri, tahtadan oyulmuş bloklar yardımıyla çoğaltma faaliyeti, uzun geçmişe sahip bir gelenekti. Ama Avrupa matbaacılığı Çin'dekinden köklü biçimde farklıydı. Kullanışlıydı ve hazırlanan baskı kalıplarının yüzlerce kez kullanılabilmesine imkân veriyordu. Bu durum Roma harflerinin Çince karakterlerden farklı olmasından kaynaklanmaktaydı. Batılı anlamda matbaanın mucidi olan Mainzli Johannes Gutenberg, 1438'den sonraki yaklaşık on beş yıllık süre boyunca çalışmalarını gizlilik içinde yürütmüş ve bu süre içinde muazzam teknik güçlüklerin üstesinden gelmiştir. Nihai başarısı, sağladığı dört hayati gelişmede yatmaktadır. Bu gelişmeler; harfleri, sert bir kalıp yerine daha yumuşak bir alaşımdan dökmüş olması, döktüğü harfleri çerçeve halinde biraraya getirmek için keşfettiği teknik; kaba harf cenderesini, gereken baskı hızına el verecek şekilde dönüştürmüş olması ve daha dayanıklı bir mürekkep türü bulmuş olmasıdır. Bu uygulamalar ne Çin'de ne de Gutenberg öncesi Avrupa'da bilinen şeylerdi. 1455 yılında Gutenberg ilk matbaa baskısı kitap olan o meşhur *İncil*'i bastı. Gutenberg'in çalışmaları, bildiğimiz kadarıyla, bilimsel kuramlar gerektirmiyordu ama onun elde ettiği başarı, modern anlamdaki ilk bireysel başarıydı. Çünkü mevcut bir uygulamanın değiştirilmesi amacıyla yeni ve karmaşık bir sistem düşünmüş, tasarlamış ve meydana getirmiştir. Gutenberg, düşüncesinin orijinalliği ve uzun süreli azimli deneyleriyle, eşsiz bir isimdir.

## Bilim Adamı Olarak Sanatçı

Matbaa makinesinin, ortaya çıkışından sonraki elli yıl boyunca yeni metinler ve düşünceler yerine, klasik ve dinî metinlerin basımında kullanılmış olması dikkat çekicidir. Felsefecilerin, sanatçıların ve bilim adamlarının gerçekleştirdikleri orijinal çalışmaların basılması henüz tabiî bir durum olarak görülmüyordu. Bu yüzden, bu tür düşünceler uzun süre el yazmalarında kaldılar. Rönesansın öncü figürü Leonardo Da Vinci'nin (1452-1519) notları, çizimleri ve düşleri sözkonusu olduğunda bu durum çok açık bir şekilde görülür. Leonardo bilimsel çalışmalarından hiçbirini bastırmadı ama birçok eser matbaada basılıp çoğaltıldıkları halde yok olup giderken, on dokuzuncu yüzyıla dek varlıklarından neredeyse hiç kimsenin haberdar olmadığı bu muazzam el yazmaları, taslaklar ve spekülasyonlar, eşine az rastlanır biçimde günümüze dek ulaştılar. Leonardo'nun, bilim tarihinin bir parçası olmadığını söylemek bir bakıma doğrudur. Çünkü düşünceleri yüzyıllar boyunca kimse tarafından bilinmedi. Ancak anatomi, biyoloji, mekanik ve jeoloji alanında gerçekleştirdiği özel çalışmalar, onun, doğanın temelini oluşturduğuna inandığı geometrik kanunlara, formlara ve yapılara yönelik karşı konulmaz ilgisini açıkça gözler önüne sermektedir. Not defterlerinin görünür karmaşıklığı, özgün çalışma yönteminden kaynaklanmaktadır. Herhangi bir konu üzerinde çalışırken görünenin ardındakini ve doğadaki görünümlerin gizli mantığını ortaya çıkaracak çeşitli örnekler toplamayı âdet edinmişti. Böylece, eğriler üzerine kaleme aldığı bir yazıda, dalgalar, çimenler, saç, vida yivleri ve yelkenlilere dair taslaklara ve notlara rastlanabilmektedir. Leonardo sık sık sanatçının görünün, kavrayışa yöne-



Dürer'in bir lavtanın perspektifine ilişkin çizimleri, 1525. Sanatçı sicimin bir ucunu lavtanın farklı kısımlarına dokundurur ve sicimin bir pencereyle kesiştiği noktalar not edilir. Bu noktaların biraraya getirilmesi, lavtanın titiz ve noktalardan oluşan bir görünüşünü verecektir. Pencere, gözü, sicimse üzerine etkiyen tek tek ışık ışınlarını temsil eder. Dürer'in *Unterweysung der Messung*'undan.

lik araştırmaya hizmet etmesi gerektiğini ifade etmiştir. "Ressamlar, doğada mevcut bulunan biçimleri doğru şekilde kavrayabilmek için bu türden numuneleri incelemelidir ve sözkonusu formların bilgisini edinebilmenin yollarını şevkle aramalıdır"; "Göz, ruhun penceresidir, aklın, doğadaki sınırsız işleri en bütünlüklü şekilde kavrayabilmek için başvuracağı başlıca araçtır"; "Resim, ressamı, kendi zihnini doğanın zihnine dönüştürmeye zorlar." Bu formların kalbinde, matematik ve özellikle de geometrinin yattığını, bu disiplinlerin, doğanın gizli dili olduklarını düşündü. Görme üzerine yaptığı analizde Leonardo, herhangi bir objeden ışığın, durgun sudaki dalgaların yayılmasına benzer biçimde, çemberler halinde yansıdığını öne sürdü: "Suya atılan bir taş gibi, merkezden birçok çember doğurur... böylece her obje, ışıklı bir atmosferde çemberler yayar ve etrafını kuşatan havayı kendi görüntüleriyle doldurur." Görme üzerine yaptığı çalışmalar onu beyin üzerinde incelemeler yapmaya sevk etti ve Leonardo, beynin bellek ve yargı gibi psikolojik işlevlerini haritalamaya teşebbüs eden ilk kişi oldu.

Leonardo'nun anatomiye duyduğu bu ilgi, insan bedenini resmetmekteki eşsiz ustalığının temellerini anlayabilmemizi sağlıyor. Kendisini hakikat ve doğaya adamış olması çok büyük acılara mal olmuştur. "Bakması bile dehşet veren, parçalara ayrılmış, derileri yüzülmüş cesetlerle geçirilen gece yarıları..." diye yazar. İnsan cesetleri üzerinde yaptığı çalışmalar, fizyoloji üzerine geniş çaplı kuramlar geliştirmesini sağlamış, cam ve balmumundan bir kalp modeli yapmış ve bu modelle kalbin işleyişini anlamaya yönelik başarısız girişimlerde bulunmuştur. Aynı ölçüde meşhur olan bir diğer araştırması, uçuş eyleminin gizemine ilişkin olanıdır. Kuşların kemik ve kasları üzerine ayrıntılı çalışmalar yapmış, kanat genişliği ve ağırlığıyla ilgili matematik formüllere ulaşmış ve bunları insana uyarlamaya çalışmıştır. Deney, Leonardo için önemliydi. Bu yüzden, yapay kanatlar giydirdiği bir adamı, aşağı doğru kanat çırptığında ağırlığındaki azalmayı ölçmek için, ölçekli bir yükseltiye çıkardı. Havanın ve suyun hareketindeki kuvvetleri gözlemleyebilmek için işaretler kullandı. Eğer deney, kabul edilmiş bir kuralı yanlışlıyorsa, kuralı reddetti. Mesela Aristoteles'in "eğer bir kuvvet, bir nesneyi belli bir hızla hareket ettirirse, iki kat hızla hareketin yarısının gerçekleşeceği" iddiasını çürüttü. Teknik bilgisi kuvvetli bir matematikçi değildi -ki bu alanda tamamen kendi kendisini eğitmiştir- ama matematik bilimlerden herhangi birinin uygulanamadığı bir alanda kesinliğin sözkonusu edilemeyeceğine ve sadece



sayılar ve ölçülerde değil, sesler, ağırlıklar, zamanlar ve uzamlarda da oran bulunduğuna inanıyordu. Not defterleri, ağırlık ve hız hesaplamalarına dair birçok geometrik işaret içerir.

Mesleği bakımından Leonardo, bir ressamdan ziyade, bir mühendis, bir arazi ölçümcüsü ve mimar olarak bilinmekteydi. Düşüncelerinin büyük bir kısmı tasarı aşamasında kalmış ve asla gerçekleştirilememiş olsa da, bu alanlarda çağını aşan buluşlar yaptı. Dişli çarklar, mil yatakları, torna tezgahları, presler, kanal havuzları (lokları), dokuma-eğirme makineleri, iplik kesicileri, silahlar ve uçan makineler tasarladı. Kağıt tabakalarını jelatin ve yumurta akıyla sıvayarak bir tür plastik elde etti ve sağlam, suya dayanıklı, kırılmaz plakalar üretti. Keşifçi dehası, mekaniğe ilişkin gerçekçi bir kavrayışa dayanmaktaydı: Enerjinin korunumu ilkesini sezgisel olarak kavramıştı ve ebediyen hareket edecek bir makine tasarlamanın gerçekleştirilmesi imkânsız bir rüya olduğunu biliyordu. Çünkü makineler hareketi başlatmıyor, sadece onun gidişatını yönlendiriyordu. Leonardo'nun yüksek, kozmolojik varlıklara pek az ilgi duyduğu anlaşılıyor. Acaba deneye konu edilememelerinden dolayı mı? Ama en orijinal teorilerinden bazıları jeoloji ile ilgiliydi. İnsan ile dünya arasında paralellik kuruyordu: "İnsan nasıl etini destekleyecek kemiklere sahipse, dünya da, toprağı destekleyecek kayalara sahiptir, ve nasıl insanın içinde kan gölü varsa ve akciğerler nefes alırken şişip iniyorsa, dünya da okyanuslara sahiptir ve altı saatte bir dünyayı beslemek için kabarıp iner." Büyük bir model yapımcısıydı. Akdeniz'e dökülen nehirlerin etkilerini göstermek için Akdeniz'in bir modelini yapmıştı. Leonardo, dünya yüzeyinin fırtınalar, taşkınlar ve çökeltilerle biçimlendiğini ve bu olayların, İncil'de ifade edilenden çok daha uzun bir zaman diliminde gerçekleştiğini düşünüyordu. Mesela, Po Nehri'nin bulunduğu düzlüğün oluşabilmesi için yaklaşık 200.000 yıl gerekeceğini tahmin ediyordu. Düşüncesinin zenginliği nedeniyle Leonardo sonsuz cazibede bir isimdir ve tarihçiyi çözümsüz bir sorunla karşı karşıya getirir: Leonardo, çalışmalarını öğrencisiz, öğretmensiz, özel olarak gerçekleştiren böylesine istisnai ve çağıyla teması olmayan bir deha iken, bilim tarihine kayda değer bir etkide bulunmamışken nasıl olur da onun Rönesans'ın başlıca temsilcilerinden biri olduğu iddia edilebilir? Her şeye rağmen o bir Rönesans insanıdır. Ondördüncü, onüçüncü ya da onikinci yüzyılda doğmadı: gözleme, deneye, doğanın biçim ve mantığına yönelik yepyeni bir inancı paylaşan ve kendisinden sonraki gelişmelerin müjdecisi bir düşünür olduğu kabul edilmelidir.

Leonardo'nun kuzeydeki çağdaşı Albrecht Dürer de, daha dar anlamda olsa da, doğanın yapısını anlamakta anahtar bir rol oynayan form ve oran meselesiyle Leonardo kadar ilgilendi ve matematik, insan bedeni ve mimari üzerine kaleme aldığı bir dizi basılmış çalışmada görüşlerini ifade etti. O da Leonardo gibi, formlarını doğru biçimde kopyalayabilmek için önce doğayı araştırdı ama bu çalışmalar onu, oranın matematiksel kurallarının doğada mevcut olduğu sonucuna ulaştırdı. Gerek Dürer gerek Leonardo, 1435 tarihli *Resim Üzerine* adlı çalışmasında sanatçının doğayı taklit ederken gözeteceği perspektif kurallarını belirleyen, Rönesans sanatının erken teorisyenlerinden Leone Alberti'ye borçludurlar. Alberti, insan vücudunu doğru biçimde taklit edebilmek için, vücuttaki kemiklerin, kasların, tendonların ve sinirlerin yapısını iyice anlamak gerektiğini ve bunun için de kesilmiş insan bedenleri üzerinde gözlemler yapmanın zaruri olduğunu savunan büyük heykeltıraş Ghiberti'nin görüşlerini yankılandırmaktaydı. İnsan figürünün, diğer canlı figürlerinin ölçülerini tesbit etmekte temel bir referans çerçevesi olduğunu savunmuş, heykel, mimari, perspektif ve mühendislik tekniklerinin, kent planlamasında biraraya getirilmesi gerektiğini iddia ederek Rönesans'ın ideal şehir arayışını temsil etmiştir.

### Yeryüzünün Bilimi

En sıradışı ve şaşırtıcı Rönesans düşünürlerinden biri olan Paracelsus'un (1493-1541) çalışmalarında deney ve teori biraraya geldi -her ne kadar *teori* sözcüğü, Paracelsus'un zihninin zengin gizemleri yanında fazla resmî bir sözcük kalsa da-. Philippus von Hohenheim'ın aile geçmişi ve aldığı ilk eğitim, Alp madenleri ve jeoloji üzerineydi. Alman ve İtalyan üniversitelerinde tıp okudu. *Paracelsus* ismini Romalı tıp yazarı Celsus'u geride bıraktığını göstermek için seçti.[1] Basel'e yerleşmeden önce, askerî cerrah olarak uzaklara, İskandinavya, Rusya ve Ortadoğu'ya seyahat etti. Otoriteyle olan kavgacı mücadelesi Giordano Bruno'yu andırıyordu. İbn Sînâ'nın eserlerini halkın önünde yaktığı söylenir. Bu olay, reformcuların Papalık emirnamelerini yakmaları hadisesini çağrıştırmış ve Paracelsus'un, bilimin Luther'i olarak ünlenmesini sağlamıştır. Basel'i terk etmeye zorlandı ve bir daha asla akademik ya da başka bir resmî görev edinemedi. Ama 1536 yılında, *Die*

1 Latince'de, "*para-*" ön eki, ötesinde, üzerinde anlamına gelir. (ç.n.)







*Üstte:* Johann Mylius'un, 1618 tarihli *Opus Medico-Chymii* adlı eserinden Paraselsuscu kozmos anlayışı. Hayvanlar, bitkiler mineraller ve gök cisimleri bir benzerlikler sisteminde birbirleriyle ilişkilidirler. Erkek ve kadını gök küresine bağlayan zincir dikkat çekiyor.

*Yanda:* Paracelsus

*Grosse Wundartzney* (*Cerrahi Üzerine Büyük İnceleme*) isimli çalışmasıyla ün kazandı. Frengi'nin tedavisinde, cıvanın ölçülü dozlarda kullanımına öncülük etti; madenci hastalığı olarak bilinen silikosis'in, toz zerrelerinin solunmasından meydana geldiğini kanıtladı; guatr hastalığının, dağlık bölgelerdeki içme sularından kaynaklandığını teşhis etti.

Paracelsus'un fikri isyanının odağı, tüm hastalıkların vücuttaki dört elementin, sıcaklık, soğukluk, yaşlık ve kuruluğun dengesizliğinden ortaya çıktığını savunan klasik mizaçlar tasavvurunun reddidir.



*Ashmole'un 1652 tarihli Theatrum chemicum Brittanicum adlı eserinden bir simyacı. Terazi son derece bilimsel bir görünüşe sahip olsa da masanın üzerindeki Güneş ve Ay sembolleri, bu simyacının aslında asil metallerden mistik nitelikleri ayırmaya çalıştığını göstermektedir.*

Her birey kendi biricik denge ya da mizacına sahiptir ve bu yüzden, bireylerin sayısınca hastalık vardır. Bu şemada hastalıklar, kendi spesifik ajanlarıyla, nesnel, işlevsel düzensizlikler olarak sınıflanamamaktaydılar. Paracelsus bu anlayışı reddetti ve hastalıkların aslında dış kaynaklı bazı doğrudan sebeplerden meydana geldiğini savundu. Hastalıklar, bedeni istila ederek yaşam için tehdit oluşturan parazitik ajanlardan meydana gelirler. Bu görüş dikkate değer biçimde moderndir ve bugünkü



hastalık anlayışını öngörmektedir ama Paracelsus'a göre bu ajanlar nelerdir? Paracelsus hastalık süreçlerini doğal terimler kullanarak açıklamayı amaçladı ama sonuçta onlara doğaüstü bir açıklama getirdi: Hastalıklar, topraktan, havadan ve yıldızlardan yayılan değişik türde zehirlerden meydana gelirler ve bu zehirlerin etkinlikleriyle mücadele etmekte yine doğal unsurlardan yararlanılmalıdır. Bitkilerden ve minerallerden elde edilen kimyasallar, sözkonusu ajanlarla mücadelede kullanılabilir. Mesela; cıva frenginin dermanı olarak bilinir, zehirli tuzları vücuttan atar; ama aslında bu durum Merkür gezegeninin etkisinden kaynaklanmaktadır. Paracelsus'un düşüncesi, astral cisimlerin spesifik, tanımlanabilir fiziksel yollarla etkide bulundukları bir tür astrolojidir. Paracelsus tüm doğa süreçlerinin kendine has bir bilgisi olduğuna ve insanın bu bilgilere ortak olmayı öğrenebileceğine inanıyordu; mesela tohumun nasıl ağaca dönüştüğü, minerallerin nasıl toprağa dönüştüğü bilgisine... Gördüğümüz dünyaya paralel olan, ruhlarla dolu, doğal ve analiz edilebilir yollarla işleyen, görünmez bir dünyanın var olduğunu düşündü. Böylece doğaya yönelik kavrayışı, kozmosun canlı olduğu varsayımına dayanan panteist bir inanışın sınırlarına dayandı. Bu karmaşık, spiritüalist doğa teorisinin kaynakları kuşkusuz, Rönesans'ın Yeni Platoncu ve Gnostik literatüründe yatmaktadır. Paracelsus bu literatüre orijinal bir tıbbi boyut kazandırmıştır. Paracelsus bir simyacıydı ama metalleri dönüştürmeye çalışmak gibi bir niyeti yoktu. Hastalıklarla mücadelede yeni kimyasal yöntemler arıyordu. Maddenin simyevi bölümlenişini birtakım ilkelere dayandırdı: Birincil maddeler olarak gördüğü cıva, sülfür ve tuz, gerek fizik maddeler gerek okült güçler olarak, tin (spirit), ruh (soul) ve beden arasındaki mücadeleyi simgelemekteydiler. Bu disipline yaptığı katkılar, özellikle de "astral cisim" kavramı, Avrupa'nın okült geleneğine girdi ve Paracelsus, bilim tarihinin en gizemli, en karanlık isimlerinden biri oldu. Ama mistik labirentlerdeki araştırmalarını, şaşmaz bir deney yaşamıyla biraraya getirerek kimyanın kurucularından biri olması kariyerinin dikkat çekici bir tarafıdır. Mizaçlar öğretisini reddederek çağdaşlarını yeni hastalık modelleri geliştirmeye sevk etmiş ve on yedinci-on sekizinci yüzyıllar boyunca gerek bilim adamları gerek hekimler üzerinde etkili olmayı sürdürmüştür. Van Helmont, Boyle, Stahl ve Boerhaave'in çalışmalarında bu etkileri görmek mümkündür. Paracelsus'un yaşadığı dönem, simyanın altın çağıydı. Avrupa'nın her yanından düşünürler, havanlar, havaneliler, fırınlar ve damıtma kavanozları yardımıyla doğanın sırlarını açığa çıkarmaya çalışıyorlardı. Ama gerçeklik alanında hiçbir temeli

olmayan, soyut ve okült ilkelere olan esaretleri, çabalarını etkisiz kılmış, teorilerini, bilimsel söyleyişten uzak ve sadece alışkın olanların anlayabileceği, karmaşık, sembolik bir dilin pelerinine bürümüştür.

Paracelsus'un çağdaşı olan bir diğer Alman tıp adamı, Georgius Agricola jeoloji ve madencilik üzerine çalışmalar yaptı ve bu çalışmalar sonucunda, bilim ve teknoloji tarihinin nüvesi olacak metinlerden biri ortaya çıktı. Agricola (1494-1555) doğum yeri olan, demir, bakır ve gümüş madenleriyle ünlü, Saksonya-Bohemya'daki Erzgebirge'ye dönmeden önce İtalyan üniversitelerinde tıp eğitimi gördü. Buradaki yeraltı odalarında ve dökümhanelerde, birçok hastalık üzerine tıbbî araştırmalar yaptı. İlgileri zamanla değişti ve dünyanın jeolojik yapısına dair araştırmaları da kapsayacak şekilde genişledi. Agricola, yazdığı bir dizi kitap için, yirmi beş yıl boyunca malzemeler topladı. Çalışmaları, ölümünden sonra yayımlanan, *De re metallica* (1556) adlı eseriyle doruğuna ulaştı ve eser onaltıncı yüzyılın, jeoloji, metalürji ve maden mühendisliği anlayışının kesin bir ifadesi oldu. Agricola'nın yaklaşımı, belirgin biçimde empirikti: "Gözlerimizle gördüğümüz ve duyularımız vasıtasıyla algıladığımız tüm bu şeyler, akıl yürütmenin bize sağlayabileceğinden daha açık bir şekilde kanıtlanmaktadırlar." Dünyanın varoluşuna ilişkin geleneksel efsanelerin çoğunu reddetti. Dünyanın, zamanın bir noktasında bir bütün olarak ve birden bire yaratıldığına ilişkin İncil öğretisini inkar etti; metallerin de tıpkı bitkiler gibi tohumlardan türedikleri düşüncesini, minerallerin yıldızlar ve gezegenlerle eşleştirilebileceklerini; ve baz metallerin, dünyanın bağırsaklarında, daha yüksek metaller olan altın ve gümüşe dönüştürüldükleri inancını reddetti. Agricola jeolojik değişimlere ilişkin etraflı açıklamalar sunamadı ama maden damarlarının, sudaki çözeltilerin kalıntıları olduklarını, kayaların ve minerallerin başkalaştıklarını, eski formlar çözülüp çürüdüğünde onlardan yeni formların meydana geldiğini ve bu süreçte ısı ve suyun başlıca değişim araçları olduklarını düşünmekle isabetli davranıyordu. Amaçlarından biri de, klasik geleneğin, tıbbın, simya ve madenciliğin farklı isimlerle adlandırdığı yüzlerce maddeyi, renk, koku ve katılık gibi özellikleri vasıtasıyla tanımlamaktı. Agricola'nın döneminde sadece altı metal biliniyordu, altın, gümüş, demir, bakır, kalay ve kurşun. Bu metallere civarın da eklenmesi gerektiğini savundu ve bilinmeyen başka birçok metal bulunduğunu düşündü. Agricola; çözme, arıtma, ayar ölçme işlemlerinin tam tariflerini verdi. Kitabının ayırt edici özelliklerinden biri de, bu işlemlere ve işlemlerde kullanılan malzemelere dair, tahta






Agricola'nın 1556 tarihli *De re metallica* adlı eserinden analiz laboratuarı. Agricola'nın kapsamlı betimlemeleri, bu türden bir dizi detaylı resimlerle desteklenmiş ve onu Rönesans teknolojisinin paha biçilmez bir vesikası haline getirmiştir.

kalıp tekniğiyle basılmış birçok ayrıntılı resim içeriyor olmasıdır. Agricola şöyle der: "Nasıl Antikçağ düşünürlerinin eserleri, kuşaktan kuşağa aktarılırken birçok kavrayış güçlüğü doğurdularsa, benim sözcüklerle nakletmeye çalıştığım bu işlemler de, hem kendi çağımın okuru hem de gelecek nesiller için bazı güçlükler çıkarabilecektir. İşte bu kaygıyla, anlattığım süreçleri resimlemeleri için çizerler kiraladım." Agricola, madenlerde su gücünün kullanımında kayda değer bir devrim gerçekleştirmiştir ve kitabı erken dönem pompalara, vinçlere ve yük trenlerine ilişkin ustalıklı resimlerle doludur. Bunlar içerisinde belki en kayda değer olanı, vagonların, tahta bir ray hattı üzerinde yivler ve kızaklar vasıtasıyla ilerlediği, en erken demir yolu sistemini betimlemiş olmasıdır. Bu sistemde vagonlar elbette çekilip itilerek

hareket ettirilmekteydi. Metalürji alanındaki betimlemelerine temel oluşturacak bir jeoloji kuramını tek başına geliştirmek Agricola için imkânsızdı ama onun dünyanın sırlarına empirik bir anlayışla yaklaşmış olması Rönesans bilimi için bir dönüm noktası oldu. Bu nüve çalışma, Biringuccio'nun 1540 yılında benzer konulara ilişkin kaleme aldığı, maden arıtma, metal dökümü, barut ve havai fişek yapımı gibi meseleleri anlatan *De la pirotechnia* adlı eseriyle tamamlandı. Agricola gibi Biringuccio da, kimyasallar ve fırınlarla dolu bir simya dünyasının parçasıydı. Ama her iki düşünür de simyacının hayaller aleminden ve okült dilinden uzaklaştılar ve sadece, işlemlerine açık ve gerçekçi açıklamalar bulmaya çalıştılar.

## Biyoloji Bilimleri

Daha objektif ve bütünlüklü sınıflamalar yapmaya yönelik arzu, onaltıncı yüzyılın ortalarında, biyologlar arasında da mevcuttu. 1530'dan sonraki süreçte nihayet Ortaçağın efsane ağırlıklı bitki ve hayvan betimlemelerinin ötesine geçildi ve doğada mevcut bulunan bitki ve hayvanların daha gerçekçi bir tarzda betimlendiği bir dizi bilimsel çalışma ortaya çıktı. Bu gelişmenin sebeplerine dair bazı muhtemel açıklamalar mevcuttur. Birincisi; yeni dünyanın keşfedilmesiyle birlikte, yüzyıllardır antik, klasik dünyanın etkisi altında bulunan Avrupa'da, insanların flora ve fauna çeşitliliğine ilişkin bilgisi nihayet büyük ölçüde genişlemişti. İkincisi; Rönesans sanatçıları, klasik biyoloji kitaplarındaki bulanık ve kesinlikten uzak resimlerin tersine, canlılar dünyasını göz kamaştırıcı şekilde resmettiler. Üçüncüsü; matbaanın ortaya çıkması, hayvan ve bitki resimlerinin yayılması ve taruşılması için ideal bir araç sağladı. Bu grup biyologların önde gelenlerinden biri olan Otto Brunfels'in (1489-1534) 1530-1536 tarihleri arasında yazdığı üç ciltlik *Herbarum vivae eicones* (*Canlı Bitki İllüstrasyonları*), 238 bitkinin, üstelik tümü yeni bir anlayışla çizilen gravürlerini içeriyordu. Brunfels'in eseri orijinal olarak değerlendirilemez çünkü büyük ölçüde, eski yazarlardan yapılan alıntılardan oluşmaktadır ve hiçbir sistematik sınıflamaya da girişmemektedir. Kitabın önemi kuşkusuz, resimlerinin asıllarına sadık olmalarında yatar. Sanatçı Hans Weiditz tarafından çizilmişlerdir ve çiçeklerin solgun görünümleri ve uğradıkları zararlar bile bazen resimlerde seçilebilmektedir. Bu durum, resimlerin büyük bir özenle resmedildiklerini kuşkuya yer bırakmayacak biçimde kanıtlar. Brunfels'in çalışmasını



hemen bir diğeri, Jerome Bock'un (1498-1554) eseri takip etti. *Neu Kreuterbuch* adlı çalışması çok daha farklı bir türdeydi. Almanya'da yazılmıştı ve ilk baskısı resim içermiyordu. Ama eser, kişisel gözlemlerin ötesinde temellere sahipti ve birçok yeni tür içeriyordu. Oysa Brunfels de dahil olmak üzere eski otoriteler, Dioscorides ve diğerlerinin eserlerinde mevcut bulunan türlerle ilgilenmekteydiler. Bock, bitkileri biçimlerine göre sınıflandırmaya girişti ve tanımlarını yeterli ölçüde veren sözlü betimlemeler yaptı. Sınıflandırmasını dayandırdığı kriter, bitkilerin, taçyaprakların ve tohum kapsüllerinin şekli idi. Tüm çağdaşları gibi Bock da bitkilerdeki eşeyliliğin farkında değildi. Bu nedenle sağlam bir sınıflama sistemi geliştiremedi. Botaniğin üçüncü Alman babası Leonhard Fuchs'tur (1501-1566). Fuchs klasik otoritelere büyük bir güven duyuyordu. Bu yüzden gözlemleri Bock'unkilerden daha az orijinaldi. *De historia stirpium* (*Bitkiler Tarihi*, 1542) Brunfels'in kitabından daha zengin bir şekilde resimlenmişti ve ilk kez betimlenen birçok bitkiyi içeriyordu. (Lakin on yedinci yüzyılda Amerika'dan ithal edilen küpe çiçeğini (*fuchsia*) sanıldığı gibi Fuchs'un kendisi adlandırmamış, bu ad çiçeğe sonradan verilmiştir.)

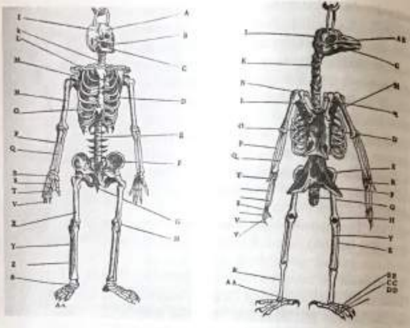


Brunfels'in, Ortaçağın herbal geleneğinden farklı bir anlayışa dayanan ve ilk matbaa baskısı resimli botanik kitaplarından biri olan, 1530 tarihli *Herbarum*'undan, kırmızı gelincik (*Papaver rubrum*).





Fuchs'un 1542 tarihli *De historia stirpium*'undan, çalışma halindeki botanik sanatçıları. Fuchs'un çalışması temelde yerleşik klasik otoritelere dayanıyordu ama orijinalliği, birçok canlı illüstrasyonlar içeriyor olmasıydı. Albrecht Meyer (sağdaki) bir karamuk bitkisi çizerken Heinrich Füllmaurer çizimi bir tahta parçasına geçiriyor.

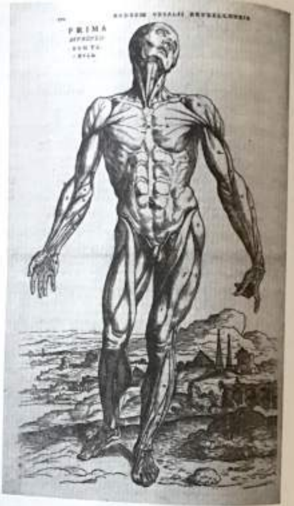


Belon'un, 1555 tarihli *Histoire de la Nature des Oiseaux* adlı eserinden insan ve kuş iskeletleri. Belon'un çizimlerinin amacı, birbirlerinden uzak görünen iki tür arasındaki genel biçim benzerliklerini göstermekti ama ilişkiyi açıklayamadı.

Bir sanat objesi olması bakımından, vahşi bir hayvana ulaşmak, bitkilere ulaşmaktan daha zor olsa da ve hayvanlar alemine ilişkin bazı yanlış kanaat ve efsaneler uzun süre direnseler de Rönesans ressamları hayvanlar alemiyle de ilgilendiler. Dürer'in 1515 tarihli gravüründe yer alan zırhlı gergedan resmi buna örnektir. Bu türden resimler genelde çıplak gözle yapılan eskiz resimlere dayanmakta ve yıllarca basılıp çoğaltılmaktaydı. Pierre Belon (1517-1564) balıklar ve kuşlar üzerine, pek çok önemli ve orijinal gözlemler içeren, tasviri kitaplar yayımladı. Memeli deniz hayvanları ve bunlardaki süt bezleri üzerine incelemeler yaptı ve araştırmaları sonucunda, bu hayvanların denizde yaşamalarına rağmen, memeliler sınıfına girdiklerine ikna oldu. Değişik görünümlerdeki canlı türleri arasında tespit ettiği benzerlikler onu çok şaşırttı. *Histoire de la Nature des Oyseaux* (1555) adlı eserinde insan iskeletini bir kuşunkiyle yan yana getirerek karşılaştırmalı anatominin öncülerinden biri oldu. Leonardo, at iskeletiyle insan iskeleti arasındaki bazı temel benzerliklere temas eden taslaklar çizmişti ama onun bu konudaki fikirleri meçhul kalmıştır. Belon kuşlar dünyasını sistematik olarak alt bölümlere ayıran ilk kişidir. Yırtıcılar, gece yaşayanlar, gündüz yaşayanlar, örümcek ayaklı kuşlar, su kuşları, tarla kuşları gibi başlıca gruplamaları o önermiştir. Avrupa ve Ortadoğu'yu gezen büyük bir seyyah ve orijinal bir gözlemci olmasına rağmen Belon, Aristoteles ve diğer otoritelerin hayvanlara ilişkin betimlemelerini muhafaza etmeyi vazifesinin bir parçası saymıştır. Belon'un kuşlar üzerine çalışmalar yaptığı yıl olan 1555'te Konrad Gesner yeni zooloji ansiklopedilerinin en abidevi olanını, *Historia Animalium*'u yazdı. Gesner üretken bir düşünce adamıydı: Bir hekim, dil bilimci, klasik düşünce uzmanı, botanikçi ve ilk paleontolojistlerden biriydi. Hayvanlar üzerine gerçekleştirdiği çalışma, orijinal bir çalışma olamayacak kadar geniş çaplıydı (4500 sayfa) ve hâlâ birçok fantastik yaratık içeriyordu. Ama bütünlük ve sınıflama konusunda, takdire şayan ve yepyeni bir arzuya sahipti. Biyoloji alanındaki tüm bu öncüler, Leonardo'nun, doğanın kurallarla işlediği, kendine özgü bir mantığa sahip olduğu ve canlı formların çeşitliliğinin ardında ortak örüntü ve yapılar bulunduğu inancına uygun biçimde hareket ettiler. Ama sözkonusu ortak örüntü ve yapıları açığa çıkaracak anahtar hâlâ erişimlerinin ötesindeydi. Geleneksel öğretilerden bağımsız olarak, deneysel yöntem ve uzun süreli gözlemlerle bilimsel neticelere ulaşma anlayışı henüz ortaya çıkmamıştı. Yani bitkilerdeki eşeylilik, bitkiler ve hayvanlar alemi arasındaki açık ayrım türünden bazı temel prensip-

Gesner'in 1558 tarihli *Historia Animalium*'undan bir yengeç ve bir kelerbalığı. Gesner'in anıtsal eseri binlerce türü asıllarına sadık kalarak resimlemekte ama birçok mistik ve efsanevî yaratıklar da içermekteydi.






Vesalius'un *Fabrica*'sında kasların önden görünümü.

ler, her şeye rağmen bu natüralistlerin aklına gelmedi: mesela Jerome Bock, orkidelerin üremesi konusunda kafa karışıklığı içindeydi ve bu çiçeklerin, kuş yavrusu olduklarını ileri sürebiliyordu. John Gerard'ın meşhur çalışması *Historie of Plants*'da boynu hilalli kazın başka türdeki yaban kazlarının yumurtalarından çıktığı iddiası tekrar edilmekteydi. Aynı saflık insan biyolojisi alanında da açıkça göze çarpıyordu. Yeni Dünya'dan gelen seyyahların hikâyeleri, devlere, canavarlara ve yarı insan biçimindeki yaratıklara duyulan Ortaçağ inancının, Rönesansın doruğunda bile hâlâ son derece canlı olduğunu göstermektedir. Fuchs ya da Gesner gibi araştırmacıların ansiklopedik çalışmalarının baskıları





*De humani corporis fabrica*'dan Vesalius'un portresi, 1543.

göze ve zihne hitap etmekte, botanik ve zoolojiye yönelik ilgiyi artırmaktaydı; ama biyolojik formlara ve işlevlere ilişkin makul analizlerin ortaya çıkması için uzun yıllar beklemek gerekecekti.

Yaşam bilimlerindeki empirik devrimin en açık biçimde görüldüğü alan, sanatçıların ve çizerlerin becerileriyle bilimsel yeniliklere öncülük ettikleri, insan anatomisidir. Andreas Vesalius'un 1543 tarihli büyük çalışması *De humani corporis fabrica* anatomik araştırmalarda yeni bir dönemin başlangıcı oldu. Metin, bedenin gizemlerine yönelik ilk elden ve eleştirel sorgulamaları desteklemekte ve kitaptaki resimler tıp dersleri için muhteşem modeller sağlamaktaydı. Ana dili Flamanca olan Vesalius, Louvain ve Paris'te eğitim görerek yirmi üç yaşında Padua Üniversitesi'nde anatomi ve cerrahi dersleri vermeye başladı. Burada, o dönemde pek rastlanmayan bir şekilde, insan bedeni üzerinde çalışmalar yaptı. Bu iş geleneksel olarak, hoca dersini anlatırken asistanı tarafından gerçekleştirilmekteydi. Vesalius tıp ve anatomi arasındaki geleneksel ayrımı baştan reddetti. Galenci ortodoks tıp, hastalıkları




Vesalius'un döneminde tıbbî tedavi uygulaması, Gersdorff'un *Feldbuch der Wundartzney* adlı eserinden, 1540.

felsefe ışığında değerlendiriyor, hastalıkların, bazı varsayımsal sistemlerin işlevlerini yerine getirmemelerinden kaynaklandıklarını ve bu işlev bozukluklarının diyet ve ilaçlarla düzeltilebileceğini savunuyordu. Bu yüzden organlara ilişkin anatomik incelemeler birbiriyle ilgisiz kalıyor ve cerrahi uygulamaları filozof-hekimlik kadar itibar görmüyordu. Padua'daki, müsbet düşüncelere sahip bazı otoriteler, idam edilmiş bazı suçluların cesetlerini Vesalius'a vermek suretiyle onu çalışmalarında desteklediler. Vesalius bu araştırmalar neticesinde; "Galen'in hiçbir zaman bir insan bedeni üzerinde çalışmadığı" sonucuna vardı: Galen, hayvanlar üzerinde yaptığı çalışmaları sistematik olarak insan anatomisine uyarlıyor, bu da çoğu kez yanıltıcı sonuçlar doğuruyordu. Galen'e göre bedenin ana damarı olan *vena cava*, kaynağını karaciğerden almaktaydı oysa Vesalius bu damarın kalbe bağlı olduğunu



görmüştü. Galen insanın çenesinin iki kemikten oluştuğunu söylüyordu oysa Vesalius, bunun birçok hayvan için doğru, ancak insan için geçersiz olduğunu gösterdi. Galen, duyu ve hareketlerin, beyin merkezli bir arterler şebekesinde odaklanan canlılık ruhu (animal spirit) tarafından idare edildiğini düşünüyordu oysa Vesalius insanda böyle bir şebekenin bulunmadığını açıkça gördü. Ayrıca sinirlerin, Galen ve diğer hekimlerin iddia ettikleri gibi, içinden bazı hayatî sıvılar akan içi oyuk damarlar olmadığını da gördü. Vesalius'tan önceki anatomi kitaplarının çizimleri, hemen hiçbir gözlem altyapısına sahip değillerdi. Yapılar ve organlar arasındaki ilişkileri, ilgili metinlerle, tasviri olarak veriyorlardı. Vesalius, bu yeni ve gözleme dayalı yaklaşımı ve kendisini bu yaklaşıma ulaştıran keşifleri, daha önce eşi görülmemiş bir kapsama ve kesinliğe sahip yeni bir başvuru kitabında ifade etmek ihtiyacı duydu. İskelet sistemini, kasları, sinirleri, iç organları açıklayan esaslı bir metin kaleme aldı. Enfes bir illüstrasyonlar serisi yaratmak için en yetenekli sanatçılara ve ahşap oymacılarına başvurdu. Onları bizzat denetleyerek, Basel'de kitabını bastırdı. Vesalius'un çalışması elbette hatalardan bağışık değildi. Mesela Galen'in fizyolojik öğretilerinin ötesine geçmekteki yetersizliği, kalbin, küçük kapakçıklar vasıtasıyla birbirlerine bağlandıklarını sandığı iki odacıktan oluştuğunu düşünmesine yol açtı. Ama bu kapakçıkları bulamadığını özellikle vurguladı. En büyük zafiyeti, embriyoloji ve dişil üreme sistemi üzerinedir. Bu alandaki çıkarımları sadece üç kadın bedeni üzerinde yaptığı incelemelere dayanmaktadır. Kiliseyle ihtilafa düşmekten çekinmedi ve kalbi ya da beyni, "ruhun evi" olarak değerlendirmeyi reddetti.

Vesalius biyoloji alanında herhangi bir belirgin keşfe sahip değildir ama kariyeri devrimcidir. Antik bilimin bir otoritesi (1500 yıl boyunca etkili olan Galenci gelenek), doğrudan gözlemlerden elde edilen empirik gerçekler vasıtasıyla ilk kez sınanıyor ve ilk kez büyük ölçüde eksik bulunuyordu. Vesalius'un eserlerinin kişisel ve gözleme dayalı yapısı, birçok organ tasvirinde açıkça göze çarpar. Mesela kulaktaki küçük kemiklerin birinin örse diğerinin çekice benzediğini söylemiştir. Bu iki kemik Latincede hâlâ bu adlarla anılır; *incus* ve *malleus*. Vesalius'un anıtsal değerdeki illüstrasyonları, yeni bir kayıt tutma anlayışının ve gözleme dayalı bilimin temellerini attı. Bu eserler, bilimsel resimleri herkesin istifadesine sunarak daha sonraki çalışmalara ve çıkarımlara imkân sağladılar. Otoritenin savunucuları olan Galenciler, uzun yıllar direndiler ama Vesalius, İtalya'da Eustachi, Falloppio ve Fabrici gibi birçok seçkin bilim adamına ilham oldu. Bu düşünürler hep birlikte, yeni bir empirik anatomi okulu kurdular: Bu okulda, gözlemler Galen'in

öğretileriyle çeliştiğinde, gözleme bel bağlanması gerektiğini öğrettiler. Acaba, akademik kariyeri biraz daha uzasaydı Vesalius Galenci fizyoloji ve tıp anlayışını tadil edebilir miydi? Rönesans Avrupa'sının belası olan vebayı açıklamak için, Paracelsus'un iddia ettiği türden, dış ajan anlayışına dayalı bir açıklama gerekiyordu. Ayrıca Galen'in mizaçlar öğretisi, ortaya çıkan yeni bulaşıcı hastalıkların, mesela frenginin, kişiden kişiye nasıl yayılabildiğini açıklayamıyordu. Ama Vesalius, *Fabrica*'nın yayımlandığı yıl, ani bir kararla üniversiteyi bıraktı ve İmparator V. Charles'ın saray hekimi oldu. Obur prenslere, frengili saray mensuplarına ve yaralı askerlere on yıllarca hizmet etti. 1564 yılında, Padua'daki kürsüsüne dönme kararı aldığı sıralarda, Filistin'e giderken yolda gemi kazası geçirdi ve Zanta Adası'nda son derece sefil koşullarda yaşamını yitirdi. Mezarının nerede olduğu bilinmemektedir.

## Coğrafi Bilimler

Rönesans tarihi sözkonusu olduğunda, doğuşu en tabii biçimde gerçekleşen bilim denizciliktir. Akdeniz gemiciliği birkaç bin yıllık bir tarihe sahipti. Gemiciler bu birkaç bin yıl boyunca kaba rota hesaplarına ve kıyı gemiciliğine bel bağladılar. Hıristiyanlık öncesi dönemin tüccarları, bu teknikler sayesinde Fenike'den Britanya'ya kadar yolculuk edebiliyorlardı. Onüçüncü yüzyılın sonunda manyetik pusula Avrupa'ya ulaştı (Avrupalılar bu aleti, doğudaki örneklerinden haberdar olmaksızın, kendi kendilerine mi keşfetmişlerdir yoksa Arabistan ya da Çin'den mi ithal etmişlerdir, bilinmiyor) ve bu yeni alet sayesinde daha doğru haritalar hazırlayabilmek mümkün oldu. Gemiciler, kara görüş mesafesinden uzaklaştıklarında, yollarını bulmakta bu haritalardan yararlandılar. Ama konum belirleme faaliyeti henüz bilimsel bir uğraş değildi: Tanıdık kıyılara varılana dek rota pusula yardımıyla bulunuyordu. Bu yöntem Akdeniz'de işe yarıyordu ve gemiciler bu konuda geleneksel beceriler geliştirmişlerdi. Ama önce Portekizliler sonra İspanyollar Herkül Sütunları'nın ötesine, okyanuslara açıldıklarında konum belirleme sorunu bir hayat memat meselesi haline geldi. 1497 yılında Vasco de Gama, Hindistan'a gitmek üzere yola çıktı ve denizde doksan altı gün seyahat etti. Bu seyahat, ufukta hiçbir kara görünmeksizin yapılan, Avrupa'daki en uzun süreli deniz seferi oldu. Bu gibi durumlarda, konum belirlemek için elbette küresel astronomiye başvurmak gerekiyordu. Bu işte, hiç değilse enlemler sözkonusu



olduğunda karmaşık olmayan bir teoriye başvuruluyordu. Kutup Yıldızı'nın ufuk çizgisinden yüksekliğinin, gözlemcinin enlemi olduğu, Sacrobosco'nun *De Sphaera*'sı gibi Ortaçağdan kalma astronomi kitaplarında bile öğretilmekteydi. Ama Kutup Yıldızı ekvatorda kaybolduğundan ve güney yarıkürede onun yerini tutacak bir yıldız bulunmadığından, buralarda enlem Güneşe göre hesaplanıyordu. Güneş'in yüksekliğinin yıl boyunca değişmesi bu hesabı güçleştirmekte ve bu iş için, önceden hazırlanmış tablolar kullanmak gerekmekteydi. Denizci usturlabı, bir gözlem aleti ile daire biçimindeki bir cetvelden oluşuyor ve meridyende Güneşi belirlemekte kullanılıyordu. Portekizliler bu alet sayesinde, elverişli rüzgarlar toplayarak Atlantik'e açılmayı ve uzak sularda güvenle yol almayı öğrendiler. Böylece belli bir enlemi izliyor sonra o enlemin tam tersine, doğuya dönerek enlemin aşağısına hareket ediyorlardı. Kolomb da Kanarya adalarından 28 derecelik bir enlemle batı yönünde dosdoğru yol alarak Çin sahillerine varabileceğini düşündü.




Bir denizci, enlemini belirlemek için Kutup yıldızının yüksekliğini gözlemliyor. Medina'nın *Regimiento de Navegacion* adlı eserinden, 1563.

Boylam ise daha zorlu bir sorundu çünkü enlemin tersine, gökyüzünde, boylamın saptanmasında kullanılabilecek hiçbir belirleyici işaret yoktur. Zira gök küreleri boylam çizgisi üzerinde yeknesak biçimde hareket ediyorlardı. Burada zamanın bir işleve sahip olduğu isabetli biçimde kavranmıştı. Her on beş boylam derecesi gök cisimlerinin konumlarında bir saatlik fark ifade ediyordu; ama denizde işleyebilecek şaşmaz saatlerin olmaması bu prensipten pratik alanda istifade edilmesini engellemekteydi. Denizciler arasında bu seviyede bir denizcilik bilgisine pek rastlanmamaktaydı ve gemicilik alanında teorik çalışmaların gerçekleştirilebilmesi için epey zaman geçti. Portekizli matematikçi Pedro Nunez'in bu alanda kaleme aldığı makaleler sadece küçük bir elit azınlığın ulaşabileceği çalışmalardı. 1545 tarihli *Arte de Navigar*'ın yazarı, İspanyol kozmograf Pedro de Medina'nın çalışmaları daha erişilebilirdi. Bu eser Fransızca, İngilizce, İtalyanca ve Almancaya çevrildi ve denizcilik alanında birçok başka çalışmaya temel oluşturdu. John Davis'in kaleme aldığı *The Seaman's Secrets* de bu çalışmalardan

biridir. Medina eserine tuhaf biçimde, evrenin yapısını anlatmakla başlıyordu ve bu alandaki bilgileri tamamen Batlamyus'a dayanıyordu. Bu anlayış, Davis'in 1595 tarihli eserinde de aynen tekrarlandı. Medina'nın çalışmasının ihmal ettiği önemli bir şey vardı: Herhangi bir matematik yapıya ya da projeksiyona sahip olmaksızın hazırlanan çağdaş deniz haritalarındaki hataları düzeltmeyi ihmal etmişti. On altıncı yüzyıl deniz haritaları, enlemlerin ve boylamların oranları sabitmiş gibi, kare biçiminde hazırlanmaktaydı oysa bunun gerçeklere aykırı olduğu açıktı. Bu haritalar dünyanın küreselliğini göz ardı ediyorlardı. Atlantik ya da Hint Okyanusu'nu gösteren bu türden haritalarda pusula çizgileri, meridyenleri daima aynı açıyla kesiyordu. Ama bu çizgiler bir küre üzerine yerleştirildiklerinde tam bir daire oluşturmak yerine, bir eğri oluşturuyorlardı. Bu hata, büyük Flaman haritacı Gerard Mercator tarafından düzeltildi. Ama bu türden hataların geç on altıncı yüzyılda bile ısrarla tekrarlanmakta olması, denizcilik ve haritacılık disiplinlerinin birbirleriyle, çağın gereklerinden çok daha yavaş şekilde etkileştiklerini ve denizcilik disiplini bilimsel temeller gerektirdiği halde düşünürler ve denizciler arasındaki iletişimin zayıf olduğunu göstermektedir. Keşifler çağının denizcilerinin, astronominin yeniden doğuşuna katkıda bulunduklarını söylemek hakikatle bağdaşmaz.

### Kopernik

Astronomi alanında, bilim tarihinin en büyük hadiselerinden biri meydana geldi: Kopernik Devrimi. Kayıtlı tarihin her aşamasında hemen tüm düşünürlerce kabul gören, dünya merkezli ve mekanda sınırlı evren anlayışının terk edilmiş olması, insanın düşünsel gelişiminde gerçekleşen pek az sayıdaki temel dönüm noktalarından biridir. Dünyamıza ve kendimize ilişkin kavrayışımızı köklü biçimde değiştirmiştir. Ama hadiseye yakından bakıldığında, Nicolas Kopernik'in (1473-1543), kendi adıyla anılan bu devrimde oynadığı rolün, sanılandan daha belirsiz olduğu görülecektir. Bir *bilimsel devrim*in doğal gelişimi, kabul edilmiş bir çerçeveyle iş gören bilim adamlarının, bu çerçeveyle uyuşmayan yeni verilerle karşılaştıklarında, bu yeni veriler ışığında öncekilerden radikal biçimde farklı, yeni teoriler formüle etmek zorunda kalmaları şeklinde ifade edilebilir. Kopernik hadisesinde buna benzer bir şey gerçekleşmemiştir. Onun çalışmalarında belirgin yeni gerçeklere, yeni astronomik gözlemlere ve yeni kanıtlara rastlayamıyoruz. Doğadan ziyade kitapların öğrencisiydi, ortaya koyduğu yeni teori



gözleme dayanmıyordu. Orijinal bir düşünce-deneyi gerçekleştirerek, gök cisimlerinin hareketlerini Batlamyus'unkinden daha basit ve zarif bir biçimde açıklamasına el veren bir geometrik model geliştirmişti ve başarısı bu modele dayanıyordu. Zaten Kopernik'in kendisi de devrimci bilim adamı imajına pek uymaz. Kilise hukuku üzerine son derece geleneksel bir eğitim alan ve astronomiye özel ilgi duyan bir kilise adamıydı. Yaşamını kilise idaresinde geçirmiş ve büyük teorisini otuz yıl boyunca saklı tutmayı yeğlemişti. Kopernik, gök cisimlerine ilişkin yenilikçi düşüncelere nasıl eriştiğini anlamamıza el verecek ayrıntılı bilgiler bırakmamıştır ama yayımlattığı eserlerde sarf ettiği bazı cümlelerden, Batlamyus geometrisinden tatmin olmadığını ve bu sistemin eksantriklerinin, gerçek, fiziksel kürelerin hareketleriyle ve değişmez dairevî hareket anlayışıyla asla uyuşmayacağına inandığını anlıyoruz. Bunlar İslâm ve Batı astronomisini uzun yıllar meşgul etmiş meselelerdi. Bu kördüğümlerden kurtulmak için çeşitli yollar araştırırken Kopernik, gök cisimlerinin görünürdeki hareketliliğinin, Dünyadaki gözlemcinin kendi hareketinden kaynaklanabileceğini düşünmeye başladı.



Kopernik

> *Konumda görünen bir değişiklik, ya gözlemlenen cismin kendi hareketinden ya da gözlemcinin hareketinden kaynaklanıyordur... Eğer dünya hareket halindeyse, bu hareket aynı ölçüde dışarıdaki cisimlere de yansıyacak ve bu durum cisimlerin kendilerinin hareket etmekte oldukları izlenimini doğurabilecektir... Dünyanın hareketliliği fikri üzerine düşünmeye başladım; bu görüş saçma görünse de... Dünyanın hareket edip etmediği üzerine çalışıldığında, gök kürelerinin hareketlerine ilişkin daha sağlıklı açıklamaların keşfedilebileceğini düşündüm.*

Önce Merkür ve Venüs gezegenlerinin hareketleri üzerine çalıştı ve bu gezegenlerin Güneşe olan sabit yakınlıklarının, Dünyanın değil, Güneşin etrafında döndükleri farz edildiğinde daha kolay açıklanabile-

net, in quo terram cum orbe lunari tanquam epicyclo contineri diximus. Quinto loco Venus nono mense reducitur. Sextum denique locum Mercurius tenet, octuaginta dierum spacio circu currens. In medio vero omnium residet Sol. Quis enim in hoc




pulcherrimo templo lampadem hanc in alio vel meliori loco poneret, quam unde totum simul possit illuminare? Siquidem non inepte quidam lucernam mundi, alij mentem, alij rectorem vocant. Trimegistus visibilem Deum, Sophoclis Electra intuentem omnia. Ita profecto tanquam in solio regali Sol residens circum agentem gubernat Astrorum familiam. Tellus quoque minime fraudatur lunari ministerio, sed ut Aristoteles de animalibus ait, maximã Luna cũ terra cognationẽ habet. Concipit interea à Sole terra, & impregnatur annuo partu. Inuenimus igitur sub hac

Kopernik'in 1543 tarihli *De revolutionibus*'undan, Güneş merkezli kozmos.

eğini fark etti. Ama Kopernik antik dünyanın gök küresi varsayımının fiziksel bir gerçeklik olduğunu düşünüyordu. Bu yüzden, Güneş ve diğer gezegenler Dünyanın uyduları olarak kabul edildiğinde bu iki gezegenin Güneşin uyduları olabilmesinin mümkün olmadığını çünkü bu durumda kürelerin birbirleriyle kesişeceklerini gördü. Ancak Güneş, sistemin merkezine konduğunda ve Dünya onun etrafında döndürüldüğünde tüm gök cisimleri sistem içinde yerli yerine oturuyordu. Bu sistem Batlamyus'un önerdiği sistemin aynısıydı, sadece Güneşle Dünyanın yerleri değiştiriliyordu. Bu kuramın ayrıntıları üzerinde çalışırken Kopernik, gezegenlerin uydularının hareketlerinde görülen düzensizlikleri hâlâ değişmez dairesel hareket anlayışına dayandırıyor,






Thomas Digges'in 1576 tarihli *Prognostication Everlasting* adlı eserinde Kopernikçi sistemin ilk İngilizce açıklaması. Bu çeviri yıldız kürelerinin sonsuza uzandıklarını ve yıldızların güneşler olduklarını açıkça ifade ettiği için önemlidir.

bu cisimlerin gerçekleştirdikleri hareketin dairesel olmadığını, hareketlerindeki düzensizliklerin bundan kaynaklandığını savunuyordu. Çalışmalarını, daha ziyade dış çemberler icat ederek, geleneksel Batlamyusçu yolda yürüttü ki, bu durum, meselelere salt matematiksel bir yaklaşımda bulunduğunun bir kanıtıdır. Galileo'nun sonraları işaret ettiği gibi, Kopernik'in Venüs gezegenine atfettiği dış çembersel yol, gezegenin sabit parlaklığını açıklayamamakta ve empirik gözlemin Kopernik'in çalışmalarında yeri olmadığını göstermektedir. Kopernik'in

gerçekleştirdiği devrim, salt kavramsal bir devrimdir; bir "keşif" değildir. Çünkü Kopernik, kuramının geçerliliğine ilişkin hiçbir gerçek "delil" sunamamıştır.

Aslında Kopernik, kuramını 1510 dolaylarında tamamlamıştı. Kuramın el yazması bir özeti, az sayıda arkadaşı arasında birkaç yıl dolaştı. Bu tarihten, 1543 yılındaki ölümüne dek geçen uzun süre boyunca, kuramının geniş çaplı etkilerini hesap etmemiş olduğuna inanmak güçtür. Yararlandığı kaynakları ve çalışmalarına yönelik tutumunu açıkça gözler önüne seren metinler mevcuttur. Bazı el yazması çalışmalarında Kopernik, Güneş merkezli bir evren modeli önererek ünlenen Yunan matematikçi Aristarkhus'a değinir. Ama kitabının matbaa baskısı versiyonunda bu göndermeye rastlanmaz çünkü Kopernik, düşüncelerinin şok edici etkileri nedeniyle çağdaşlarının Aristarkhus'u dinsizlikle suçlamış olduklarını biliyordu. Avusturyalı bir matematikçi olan ve Kopernik'le buluşarak, bilimsel devrimi tetiklediği söylenen George Rheticus, Kopernik'in önerdiği sistemi açıklamak üzere 1540 yılında bir eser yayımlayarak Kopernik'i düşüncelerini ilan etmeye mecbur etti. Bu hadise gerçekleşmemiş olsaydı Kopernik eserini bastırır mıydı, bilinmez. Rheticus'un *Narratio Prima*'sı (*İlk İfşaat*) Kopernikçi sistemi halka duyuran ilk eser oldu. Bu eserin bir infiale yol açmamış olması, Kopernik'i, uzun süredir gizlediği *De revolutionibus orbium*'u bastırmak yolunda cesaretlendirdi. Eser 1543 yılında Nüremberg'de basıldı. Ama Kopernik aynı yılın 25 Mayısında ölüm döşeğine düştüğü için eline bir tek nüsha verildiğine yönelik meşhur öykü doğru değildir. Talihin cilvesine bakın ki, eser Kopernik'in bir süredir mektuplaşmakta olduğu astronom Andreas Osiander tarafından gözden geçirildi. Osiander aynı zamanda bir ilâhiyatçıydı ve eserin devrimci yapısı onu şok etti. Bu yüzden, üzerine vazife olmadığı halde kitaba, eserin salt matematik bir model ihtiva ettiğini ve bu modelin fiziksel gerçekliği betimlemek gibi bir niyeti olmadığını iddia eden anonim bir önsöz ekledi. Bir sonraki yüzyıla dek insanlar bu önsözü Kopernik'ten bildiler. Bu önsöz esere ilişkin eleştirilerin yönünü saptırdı ve Kopernikçi teorinin geniş kabul görmesi ve eserin içerdiği derin imaların tam olarak kavranabilmesi için uzun yıllar geçmesi gerekti.

Bu derin imalar nelerdi? Birincisi; Dünyanın hareketine ilişkin, bazıları sağduyuya hitap eden, bazıları daha felsefi, bir dizi fizik problemi ortaya koyuyordu. Eğer Dünya uzayda hızla dönüp duruyorsa, neden üzerindekiler şiddetle uzaya saçılıp gitmiyorlardı? Eğer Dünya dönüyorsa neden dosdoğru havaya atılan bir taş, fırlatıldığı noktadan uzağa düşmüyordu? Bu sorular, Dünyadaki her şeyin Dünyayla bir-



likte hareket etmekte olduğu düşüncesiyle cevaplanıyordu. Bir gemi direğinden aşağı bırakılan bir nesne, tam da direğin dibine düşecektir, yoksa gemi hareket ettiği için arkada bir yere değil. Dahası, bu yeni öğreti, düşen nesnelerin doğal yerleri orası olduğu için yeryüzüne düştüklerini savunan ve başka kanunlara tabi olan gök cisimlerindeki dairevî hareket hariç, doğadaki bütün hareketleri bu yolla açıklayan Aristotelesçi fizik kuramına meydan okuyordu. Ama Dünya evrenin merkezi değilse o halde neden ağır cisimler hep aşağıya doğru düşmekteydi? Aristoteles'in evren anlayışında tüm ağır elementler –toprak ve su- doğal olarak merkezde toplanır, hava ve ateş ise yukarıya yükselir; ama eğer Dünya merkezde değilse bu kuram da doğruluğunu yitirecektir. Kopernik, bu kuramın yerine bir uyum ilkesi önerdi. Bu ilkeye göre, tüm ağır maddeler aslında bir alanda birikmekteydi ve bunun için evrenin merkezi olmak da gerekmiyordu. Ama Dünya bir gezegense diğer gezegenler de başka dünyalar olamazlar mıydı? Kozmosu iki ayrı alana bölen gelenek bir masal mıydı? Eğer Dünya, muazzam büyüklüğüne rağmen uzayın bir köşesinde dönüp duruyorsa, onu döndüren ve tüm evreni dengede tutan güç neydi? Kopernik teorisinin altında yatan ikinci derin mânâ, evrenin boyutlarıyla ilgilidir ve bu konudaki fikirleri de geleneksel düşünce için aynı ölçüde yıkıcıdır. Eğer Dünya, Güneşin etrafında dönüyorsa, o halde yörüngesinin çapı milyonlarca millik bir uzunluğa sahip olmalıdır; Bu durumda, ünlü paralaks[2] olgusunun, yıldızların konumlarında yıl boyu büyük ölçekli ve düzenli değişiklikler meydana getirmesi gerekir. Ama böyle bir değişiklik o güne dek gözlemlenebilmiş değildir ve "sabit yıldızlar alanı" fizik bir gerçekliktir. Bu durumda Kopernik için tek mümkün çıkarım şuydu: Bu yıldızlar öylesine uzaktadırlar ki Dünyanın bir yılda gerçekleştirdiği muazzam hareket bile hiçbir paralaks meydana getirmemektedir. Bu doğru kabul edildiğinde evrenin, önceki düşünürlerin tahminlerinin çok ötesinde bir büyüklüğe sahip olması gerekir. O zaman Güneş'in böylesine büyük bir evrenin merkezi olduğunu iddia edebilmemiz için bir gerekçemiz de kalmaz. İnsanın Dünyası, böylece, kainatın merkezi olmaktan çıkmış, muazzam büyüklükte ve henüz bütünüyle haritalanmamış bir evrende, gelişigüzel bir nokta haline gelmiştir. Kopernik bunun farkındaydı ve bu gerçeği, bir yıldızdan, dünya yüzeyindeki herhangi bir noktaya çizilecek çizgilerin birbirlerine paralel olacağını söyleyerek

2 Uzaklık açısı; biri yerkürenin merkezinden, öbürü yeryüzünde bulunan bir kimsenin gözünden çıkan iki doğrunun, bir gökcisminin merkezinde birleşerek oluşturdukları düşünülen açıdır. (ç.n.)




Cellarius'un, 1660 tarihli, *Caelestis Atlas* isimli eserinden, astronomlar panteonu. Elinde kendi sisteminin modelini tutmakta olan Kopernik, açıkça seçilebiliyor; solunda Tycho var, sağında Galileo. Sakallı, sarıklı kişi Batlamyus ve öteki de muhtemelen Uluğ Bey. Siyah giyinmiş kişi Cellarius'un kendisi olabilir. Resimde Kepler'in yer almıyor olması dikkat çekicidir.



dile getirmişti. Kainat'ın uçsuz bucaksız olduğu ve sonsuz bir büyüklük arz ettiği sonucuna vardı. Evrenin sonsuz olduğuna ilişkin, Ortaçağda uzun bir spekülasyon geleneği vardı ama Kopernikle birlikte bu fikir, güçlü bir fiziksel ihtimal haline geldi.

*De revolutionibus* son derece gelişmiş bir matematik çalışmasıdır; yazarın, eseri teorik bir egzersiz olarak tasavvur ettiği anlaşılmaktadır ve eser en nihayet geçerliliğini yitirmiştir: Birçok düşünür yeni teoriyi saçma bularak reddetti ve bu yeni sistemi sahiplenen herhangi bir okul da çıkmadı. Bu faktörler, esere yönelik tepkilerin neden geciktiğini ve Kilisenin neden Kopernik'in Reformcularla olan mücadelesine odaklanarak, eserin önemini bütünüyle kavrayamadığını açıklayabilir. Kopernik, salt matematik temelli astronomi geleneğinin sonunu temsil etmekteydi. Rönesans düşüncesindeki yaygın yenilikçi hava göz önüne alındığında, bu büyük düşünsel devrimin, biyoloji, kimya ya da jeoloji gibi yeni ve empirik temelli bir bilim yerine, binlerce yıllık geleneğe sahip bir pozitif bilimde gerçekleşmiş olması şaşırtıcı gelebilir. Rönesansın yenilikçiliği kavramsal esaslara değil ağırlıklı olarak gerçek dünyaya, mimariye, denizciliğe, resime, haritacılığa, madenciliğe yönelik olmuştur. Kopernik'in ölümünden sonra, eserinin gizli ve devrimci yönlerini tüm açıklığıyla gözler önüne seren ilk isimler Giordano Bruno gibi mistik ve okült düşünürler oldu. Bu düşünürlerin, evrenin sonsuzluğunu, birçok güneş ve gezegen bulunduğunu savunmaları, Kiliseyi derin şekilde endişelendirdi çünkü bu görüşler Dünyayı Tanrısal etkinliğin biricik tiyatrosu olarak gören dinî inanışların yanlış olduklarını ima etmekteydi.

Bilim tarihinde Rönesans sorunu, toplum ve bilim arasındaki bir uyumsuzluk sorunudur: Toplum dinamikti ama bilim bakışlarını geçmişe çevirmişti, statik bir yapı arz ediyordu. Üniversitelerde verilen mantık, matematik ya da teoloji eğitimi yüzyıllardır sürdürülmekte olan eğitimin devamıydı. Matbaa makinesi, insanoğlunu yeni fikirler basıp yaymaya tek başına teşvik etmiyordu. Evren Batlamyus, insan bedeni Galen, teolojiyse Aristoteles mantığı zaviyesinden görülüyordu. Bu gerçek, okurlarının cehenneme ve ârafa, Batlamyusçu evren anlayışına, dört element öğretisine, cadılığa, kehanete, gök kürelerine ve onların musikisine inandığını varsayan Shakespeare ve Marlowe'un dünya görüşlerinde de kolayca görülür. Marlowe'un Faust'u, doğayı anlamadan önce kontrol etmeyi saplantı haline getiren Rönesans büyücüsünün sembolüdür. Bruno ve Paracelsus gibi mistiklerin ve büyücülerin önemi, verimsiz akademik düşünce dünyasını canlan-

dırmaya ve doğaya yönelik kişisel ve güçlü bir kavrayışa duydukları arzudur. Uzun yüzyıllar boyu yavaşça gelişen Hıristiyan doğa felsefesiyle çelişen felsefe sistemleri kurdular ve böylece bilimsel devrimin müjdecileri oldular. Ama bu düşünürlerin yaptıkları spekülasyonların ve okült bağlantı anlayışının, nasıl olup da empirik bilime dönüştüğünü tam olarak açıklayamıyoruz. Kuşkusuz doğa yeniden keşfedildi ama ölçülmedi, analiz edilmedi. Ressam, denizci, maden mühendisi, natüralist, harita yapımcısı, büyücü... Bunların hepsi doğadaki farklılıkları araştırdılar ama bu farklılığı sistematik hale getirerek açıklayabilecek bir dilin keşfedilebilmesi için uzun yıllar geçmesi gerekti.



Beşinci Bölüm

# Bilimin Yeniden Doğuşu

*Bu her şeyin temelidir: hayal etmiyor*
*ya da varsaymıyoruz, keşfediyoruz;*
*doğanın işleyişi nedir, ne olabilir?*
Francis Bacon

## Astronomlar

Bilimsel devrim hangi tarihte başlamıştır diye sorulacak olsa, cevap kuşkusuz 11 Kasım 1572 olmalıdır. O gün Danimarkalı astronom Tycho Brahe, güneş battıktan kısa bir süre sonra Cassiopeia takımyıldızına baktı ve orada etraftaki diğer yıldızlardan çok daha parlak bir yıldız görerek şaşırdı. Bu yıldızın daha önce orada olmadığını hemen fark etti ve aceleyle evine koşturdu. Gözlem aletleriyle yıldızın konumunu belirledi ve yıldız giderek sönükleşip, nihayet Mart 1574'te tamamen kaybolana dek bu işlemi hemen her gece tekrarladı. Bu olağandışı gök cisminin kuyruğu yoktu. Bu yüzden bir kuyruklu yıldız olamazdı. Bir gezegen gibi de hareket etmiyordu. Üstelik, görünürde kaldığı on yedi ay boyunca konumunda en ufak bir değişiklik meydana gelmemişti. Tycho onun gerçek bir yıldız olduğunu, bir anda parlayıp görünür hale geldiğini sonra tekrar sönerek karanlığa karıştığını düşündü. Bu olay, geleneksel kozmoloji için derin anlamlar taşıyordu. Çünkü Avrupa'daki hemen her düşünür, gök cisimlerinin değişmez ve hareketsiz olduklarını, gelişim, değişim ve bozulma gibi olguların sadece dünyada geçerli bulunduğunu savunan Aristotelesçi öğretiyi kutsal kabul ediyordu. Bu inanç, pagan bilime özgü bir anlayış teşkil etmekle kalmamış, Hıristiyan orta çağlar boyunca, göğün Tanrı'nın ve meleklerin ikamet yeri olduğunu savunan dini inançlar tarafından da güçlendirilmişti.




Tycho'nun yeni yıldızı: 1572 yılında, Cassiopeia takımyıldızında gözlemlenen yeni bir yıldız, astronomi tarihinde bir dönüm noktası oldu: gök cisimlerinin mükemmel ve değişmez olduklarına ilişkin o yüzlerce yıllık inancı tahrip etti.

Tycho, bu yeni yıldızı (ki bugün bunun bir süpernova olduğunu biliyoruz) 1573 yılında kaleme aldığı *De nova stella* adlı küçük bir makalede tanıttı. Geleneksel kozmoloji hakkında beliren soru işareti, birkaç yıl sonra, Kasım 1577'de gözlemlenen büyük bir kuyruklu yıldızla iyice belirginleşti. Tycho iki ay boyunca her gece bu kuyruklu yıldızın durumunu gözlemledi ve takip ettiği yolun, o dönemin yaygın inancına uygun biçimde Ay altı alemde değil, Ay ile Venüs arasında bir yerde bulunduğu sonucuna vardı. Bu kuyruklu yıldızın, Tycho'yu gök küresi varsayımının gerçekliğine inanmaktan vazgeçirdiği sıklıkla söylenir. Vazgeçmiştir vazgeçmesine ama bu, bütün gezegenlerin yörüngelerini belirlemeye yönelik çalışmasını tamamladıktan ve 1585 yılında ikinci bir kuyruklu yıldızın ortaya çıkmasından sonra gerçekleşmiştir. Tycho bu gözlemler sonucunda, Batlamyus ve Kopernik'inkilerden farklı bir evren sistemi önerdi. Gezegenlerin, Kopernik'in iddia ettiği gibi, Güneşin etrafında döndüklerine ikna olmaya başlamıştı ama Dünyanın hareket ettiğini kabul edemedi. Çünkü titiz gözlemlerine rağmen yıldızlarda en ufak bir paralaksa şahit olmamıştı. Bu yüzden, sabit durumdaki Dünyanın, evrenin merkezi olduğunu, Güneşin Dünya etrafında döndüğünü, diğer tüm gezegenlerinse Güneşin etrafında döndüklerini iddia etti. Bu sistemde Güneşin yörüngesi Merkür, Venüs ve Mars'ın yörüngelerini çaprazlıyor ve gök küresinin gerçekliğine ilişkin inancın terk edilmesini gerekli kılıyordu. Gezegenlerin yörüngelerine ilişkin gözlemler, Kopernik sistemine olduğu gibi Tycho'nun sistemine de uyuyordu: Hangi sistemin doğru olduğu, büyük ölçüde, Dünyanın hareketli olup olmadığı meselesine odaklanıyordu.

Geleneksel kozmolojide gerçekleşen bu kırılma yeterince sarsıcıdır ama tarihi perspektiften bakıldığında aynı ölçüde önemli olan bir diğer faktör, Tycho'nun kuramının empirik temellere dayanıyor olmasıdır. Tycho klasik teoriden ve salt geometrik analizden uzaklaşmış, gözleme ve ölçüme dayalı yeni bir sistem kurmuştu. Bu anlamda teorisini salt kavramsal temellere dayandıran Kopernik ile karşıtlık içindeydi ve Kopernik'in tersine Tycho, astronomi uygulamalarında bilinçli bir reform başlattı. Dünyayı yeniden evrenin merkezine yerleştirerek Batlamyus ile Kopernik arasında uzlaştırıcı bir rol oynadı. Böylece hem hareketli Dünya fikrinden hem de Kiliseyle çatışmaktan uzak kaldı.

Danimarka kralının himayesi altında Tycho (1546-1601) Hven Adası'nda (bugün, Danca telaffuzuyla, Ven olarak bilinir) Avrupa'daki en büyük ve en hassas aletlerle donatılmış bir rasathane kurdu. 1576-1597 yılları arasında birçok asistanıyla birlikte (bunlar arasında büyük haritacı Willem Blaeu ve daha sonraları Johannes Kepler'de bulun-

maktadır) astronomide yeni bir çağın temellerini attı. Batlamyus'un eserlerinde değindiği binden fazla yıldızın konumlarını yeniden hesapladı. Bu konumları, beş feet çapında dev bir maket gök küresi üzerinde göstererek yeni bir yıldız katalogu yayımladı. Gezegenler üzerinde gerçekleştirdiği binlerce dikkatli gözlem, kozmik yapıya ilişkin yeni teorisine temel olmakla kalmadı, bu verileri miras alan Johannes Kepler'in ellerinde, gök mekaniğine ilişkin yepyeni bir yaklaşıma yol açtı. Gök küresine ilişkin inancın terk edilmesi, Kopernik'in hareketli Dünya anlayışından doğan sorunun daha keskin bir şekilde ortaya çıkmasına sebebiyet vermiştir: Kozmosu ayakta tutan, Dünyayı ve diğer gezegenleri hareket ettiren güç nedir? Tycho'nun dini inançları ne olursa olsun, şunda en küçük bir kuşku yoktur ki; 1601'de yaşamını yitirmesinden birkaç yıl sonra, bu sorunun cevabı bugün bilimsel olarak kabul ettiğimiz terimlerle araştırılmaya başlandı. Pek az insan evrenin Tanrı tarafından idare edildiğinden kuşku duyuyordu ama Tanrının evreni, matematik ve insan aklı tarafından analiz edilebilecek şekilde idare ettiğine inanan seçkinlerin sayısı Avrupa'nın hemen her şehrinde giderek artıyordu. Bu seçkinlerin birçoğu Kopernik ve Tycho'nun ortaya koyduğu sistemleri inandırıcı bulmaktaydılar ve nasıl Vesalius'un takipçileri bilinçli birer Galen karşıtı idiyseler, bu düşünürler de artık ölmüş olduğuna inandıkları Aristotelesçi fizikten bilinçli bir şekilde kopmuşlardı. Öyle ki, 1540'larda Fransız pedagog Pierre de la Ramee, Aristoteles'in söylediği her şeyin yanlış olduğunu iddia etmek cesaretini gösterecekti.

Tycho, astronomide empirik bir devrim başlatarak hayati bir rol oynamıştır ama Kepler yine de daha büyük bir isimdir. Çünkü Kopernik ve Tycho'nun betimlediği yeni kozmik düzene ilişkin ilk fizik teorileri üretmiştir. Kepler (1571-1630) Tanrı'nın Evrende uyumlu bir yapı inşa ettiğine inanan ve bu yapıyı araştıran çok dindar bir düşünürdü. Diğer yandan, hayatının büyük bir bölümünü, sözkonusu yapıyı açığa çıkaracağına inandığı sonu gelmez hesaplara adayan kararlı ve parlak bir matematikçiydi. Kozmosa ilişkin en erken ve en meşhur kuramını henüz yirmi beş yaşındayken üretmiş, gezegenlerin yörüngeleriyle klasik geometrinin beş temel şekli arasında ilişki kurmuştur. Neden sadece beş gezegen bulunmaktaydı ve neden sözkonusu gezegenlerin yörüngeleri bu şekildeydi? Kepler bu sorular üzerine düşünerek bu yörüngelerin, klasik geometrinin beş temel şekline (küp, dört yüzlü, sekiz yüzlü, oniki yüzlü, yirmi yüzlü) uygun olarak oluştuklarını öne süren geometrik bir anlayış geliştirdi. Doğanın temellerinin matematiksel olduğunu söyleyen Pythagorasçı öğretiyi yeniden canlandırdığı



görülen bu ilginç model gerçeğe de sahiden yakındı. Ama rastlantısal bir ilişkiydi ve herhangi bir bilimsel kanunla da ilişkisi yoktu. Kepler'in bu teoriyi açıkladığı 1596 tarihli *Mysterium cosmo-graphicum*, *De revolutionibus*'tan sonra ortaya çıkan ilk Kopernikçi çalışmaydı. Çünkü tamamen Güneş merkezli evren anlayışı üzerine kurulmuştu. "Bir teolog olmak istedim" diye yazıyordu Kepler; "ve uzun süredir huzursuzdum. Ama şimdi, Tanrı'nın astronomide nasıl parladığını gördüm".



Kepler'in Mars'ın yörüngesine ilişkin analizi. Kepler yedi yılını, Tycho tarafından kaydedilen, Mars'ın günlük konumlarını analiz etmeye sarf etti ve gezegenin yörüngesinin, geleneksel inanışa uygun olarak mükemmel bir çember biçiminde olmadığı ama burada kırık bir hatla gösterildiği gibi, bir elips olduğu sonucuna vardı. *n* noktasındaki Güneş elipsin merkezinden belirgin biçimde dengelenmektedir. Defne tacı taşıyan figür, gezegen astronomisini reforme etmekteki zaferini temsil eder.

Kopernik ve Tycho'nun tersine Kepler, kozmosun geometrik betimlemeleriyle yetinemedi. Onu harekete geçiren gücü de araştırdı. Güneşin basit bir geometrik merkez olmaktan öte olduğunu, bir tür güç sisteminin de merkezinde bulunduğunu hissediyordu. Gezegenlerin yörüngelerinde yaptıkları devirlerin, bu gücün yansımaları olduğuna inandı. Bu güç, Güneşten uzaklaşıldıkça azalıyor, daha uzaktaki bir gezegen için devir daha uzun sürüyordu. Böylece Kepler, güvenilirliğini yitirmiş olan gök küresi anlayışına alternatif bir gök mekaniği geliştiren ilk astronom oldu. Kepler, Dünyanın büyük bir mıknatıs gibi hareket ettiğini iddia eden William Gilbert'in düşüncelerinin farkındaydı. Güneşten yayılan ve ondan uzaklaşıldıkça etkisi azalan bir kozmik kuvvet keşfetti. Böylece bir anlamda yerçekimi teorisinin eşiğine ulaşmış oldu.

Kepler, sonraki yirmi yıl boyunca Tycho'nun verileri üzerinde durmaksızın çalışarak Güneş sisteminin matematik bir betimlemesini yapmaya çalıştı. Değişmez dairesel hareket anlayışını taraflı bulma-




Kepler'e göre kozmik ahenk. 1619 tarihli *Harmonice Mundi* isimli eserinde Kepler, gezegenlerin hızlarının müzikal ölçeklerle orantılı olduklarına, gezegenler Güneşe yaklaşıp uzaklaştıkça artıp azaldıklarına ilişkin kuramını açıkladı. Kepler evrenin yapısında bulunuyor olması gerektiğine inandığı gizli modelleri araştırmaktan asla vazgeçemedi.

ya başlamıştı çünkü gezegenlerin yörüngeleri dairesel değildi. Üstelik izledikleri yörüngeler ve hızlarında görülen düzensizlikler, yeni dış-çemberler icat etmekle açıklanamazdı. Bu yolları başlangıçta doğru biçimde karakterize edemese de gezegenlerin hızlarının, Güneşe yaklaşıldıkça arttığını, Güneşten uzaklaşıldıkça azaldığını fark etti. Yarıçap vektörlerinin Güneşten gezegene eşit zamanlarda eşit alanlar süpürdüğünü savundu ve bu düşünceyi kinetik terimleriyle parlak biçimde ifade etti. Bu formül, Kepler'in, gezegenlerin hareketlerine ilişkin ikinci yasası olarak bilinir. Bu yasa, gezegenlerin hareketlerinin Güneş tarafından kontrol edildiği anlamına gelmektedir. Kepler, gezegenlerin yörüngelerinin elips olduğunu ve Güneşin merkezde bulunduğunu keşfedip ilk yasasını formüle edinceye dek, gezegenlerin yörüngelerine ilişkin analizleri büyük sıkıntılara ve hatalara mal olmuştur. Kepler bu keşifle birlikte, Batlamyus'tan beri hüküm sürmekte olan karmaşık dış-çemberler sistemini tamamen ortadan kaldırmış oldu. Gezegenlerin yörünge devirlerinin, Güneşten uzaklıklarıyla açık bir ilişki içinde olduğunu ifade eden üçüncü ve en güçlü yasayı formüle edene kadar bir süre daha geçti. Bu uyum yasası $P^2 = a^3$ formülüyle ifade edilir. P gezegenin yıl boyunca yaptığı yörüngesel devir, a ise gezegenin Astronomik Birim'e[1] göre Güneşten uzaklığını temsil eder. Mesela, Jüpiter Güneşten 5.2 AB uzaklıktadır; $5.2^3 = 140.6$ ve 140.6'nın karekökü 11.8'dir. Böylece Jüpiter'in yıl boyu yaptığı yörüngesel hareketin değeri bulunmuş olur. Bu yasa öylesine güçlüdür ki herhangi bir hareketli cismin Güneşten uzaklığının, gezegenin yörüngesel hareketine yönelik gözlemler vasıtasıyla hesaplanmasına imkân sağlamaktadır.

1 Astronomik Birim, Dünyanın Güneşten uzaklığıdır. Bu uzaklık baz olarak alınır ve uzaydaki mesafeler bu baz üzerinden hesaplanırdı. (ç.n.)



Kepler astronomide yeni bir çığır açtı ve çalışmaları Newton'a giden yolda önemli bir başlangıç oldu. Evrenin uyum yasalarına yönelik araştırması mistik bir hava taşıyordu ama Hermetik okulun mistisizminin tersine, Kepler'inki titiz matematik analizlere dayalı bir mistisizmdi. Kepler'in yaşamı bazen derin biçimde mutsuzdu. Almanya'yı kasıp kavuran dinî çatışmalar nedeniyle şehirden şehire gezmek zorunda kaldı. Kararlılığı ve düşüncelerinde gösterdiği dürüstlükle yüksek bir şahsiyet olarak ünlendi. Mezar kitabesi için kaleme aldığı yazıya değinmeden geçemeyeceğiz:

*Mensus eram coelas, nunc terrae metior umbras*
Önce göğü ölçtüm
Şimdi dünyanın gölgelerini ölçeceğim.

Modern astronominin kurucularından üçüncüsü, Galileo Galilei (1564-1642), on yedinci yüzyılda doğa araştırmalarında meydana gelen dönüşüme, Kepler'den daha açık bir örnek olarak gösterilir. Galileo felsefe yapmak ve sistem inşa etmek yerine empirisizm ve matematiğe bir geçiş yapmıştır. Kiliseyle olan sürtüşmesi, Avrupa'nın düşünce yaşamında yeni bir gücün doğuşunun emaresi olarak, onu bilim tarihinde çok önemli bir isim haline getirmiştir. Galileo'nun kariyeri farklı evrelere ayrılır. Kendi dışında gelişen bazı olaylar, enerjisini bir dizi soruşturmaya ve mücadeleye yönlendirmesine yol açmıştır. Yetişkin yaşamının ilk yirmi yılında Pisa ve daha sonra Padua'da matematik kürsüsü elde etti ve ilgisi mekaniğe ve cisimlerin hareketine ilişkin matematik bir dil geliştirme teşebbüsüne odaklandı. Düşünce yaşamının daha ilk dönemlerinde Aristoteles fiziğini terk etmişti. Gökyüzünü ve yeryüzünü, birbirlerinden kesin biçimde ayrılan iki alan olarak görmenin, mitosa dönüşmeye müsait, metafizik bir varsayım olduğunu düşündü. Uzun yıllar, kendi içinde tutarlı görülen Aristoteles'in nitelikleri, kategorileri ve mantık zinciri Galileo'ya, hiçbir kıyısı olmayan sonsuz bir okyanusta, pusulasız, yıldızsız, küreksiz ve dümensiz denizcilik yapmak gibi görünüyordu. Galileo Kopernik'in etkisinde kalarak, öncelikle yeni bir hareket kuramı geliştirmekle ilgilendi. Düşen cisimler ve eğik düzlemler üzerinde uzun süre çalıştı. Pisa Kulesi'nden aşağıya bıraktığı ağırlıklarla gerçekleştirdiği o meşhur deneyleri gerçekten yapıp yapmadığı bilinmiyor. Ama düşen cisimlere ilişkin ivme bilgisini genel bir kanun haline getirerek düşüncenin yeni alanlarına girdiği kesindir. Yüksekliği, geçen zamanın karesi olarak düşündü, sırt, mesela: 16, 64 ve 144 feet uzunluğundaki mesafeler sırasıyla 1, 2 ve 3 saniyede kat edil-



Galileo

Orion takımyıldızındaki yıldızlar, Galileo, *Sidereus Nuncius*, 1610. Bu, teleskop yardımıyla yapılan ilk yıldız haritasıdır. Galileo, çıplak gözle ancak bir düzine yıldız görülebilen yerde 80 tane yıldız tespit etmiştir.





mekteydi. Böylece Galileo, zamanın, hareketin belirlenmesinde önemli bir faktör olduğunu saptadı. Zaman olmaksızın, hareketi matematiksel olarak analiz etmek mümkün olamazdı. Kopernikçi anlayışı savunuyor olması, hareketi göreceli olarak değerlendirmesini sağladı: Mesela, bir geminin içindeki adam, gemi direğinden bırakılan bir cismin, dikey bir şekilde aşağıya düştüğünü; buna karşılık sahildeki bir gözlemci, cismin kavisli bir hat izleyerek düştüğünü görecektir. Uzaydan, tüm bu sahneyi izleyen bir üçüncü gözlemci, sahnedeki her şeyin, gözlemciler de dahil olmak üzere, hareket ettiğini görecektir. Galileo, göreliliğin evrenin her yanında geçerli olduğunu düşünerek "Dünya bir gezegense, gezegenler de birer dünyadırlar, diğer yıldızlar da birer güneştirler" diyen Giordano Bruno'yu çağrıştırmaktadır. Böylece Galileo, çok önemli bir prensibi, doğanın türdeşliği prensibini de kabul etmiş oluyordu: Madde ve hareket üzerine belirlenen temel yasalar evrenin her yanında geçerli olan yasalardı. Bu prensip daha sonraları, bilim tarihinin en meşhur metinlerinden birinde şöyle dile getirilecekti;

> *Felsefe bu büyük kitabın içine yazılmıştır –evreni kastediyorum– ve eğer bu dili ve onun sembollerini kavrayamazsak evreni de anlayamayız. Kitap matematik dille yazıldı ve sembolleri üçgenler, daireler ve diğer geometrik şekillerdir. Bunların yardımı olmaksızın bu kitabın tek bir sözcüğünü bile anlamak mümkün değildir ve bu sembollere başvurmadığı sürece insan karanlık bir labirentte beyhude dolaşıp duracaktır.*

1609 yılında Galileo, uygulamalı matematikten gözleme dayalı astronomiye geçti ve bu geçişin hem kendi yaşamında hem de bilim tarihinde geniş çaplı ve derin etkileri oldu. Danimarkalı teknisyen Hans Lippershey'in iki merceği biraraya getirerek uzaktaki nesneleri hayret verici derecede büyüten bir alet yaptığını duymuştu. Galileo bu aletin, askeri alandaki ve denizcilikteki ticari potansiyelinden ve bilime getirdiği yenilikten çok etkilendi ve hemen dokuz kat büyütme gücüne sahip bir teleskop yaptı. Aynı yılın sonunda otuz kat büyütme gücüne sahip bir diğerini yaptı. 1610 yılının Ocak ayında teleskopunu göğe çevirdi: Ayın yüzeyini inceledi ve Dünyanınki gibi çatlaklarla dolu, dağlık bir yapıda olduğunu fark etti. Samanyolu sayısız yıldızlardan oluşmaktaydı; Jüpiter gezegeninin, dört uydusuyla, küçük bir Kopernik sistemi gibi işlediğini gördü: Satürn gezegeninin tuhaf bir oval uydusuyla çevrelendiğini, Venüs gezegeninin de tıpkı Ay gibi evreler geçirdiğini keşfetti. Hepsinden önemlisi, teleskopunu uzayın neresine çevirdiyse, derinlerde birçok yeni yıldız görünür hale geliyordu. Bu sonuçlar



Cizvit astronom Christoph Scheiner 1611 yılında güneş lekelerini gözlemliyor. Scheiner güneş lekelerinin, genelde iddia edildiği gibi Güneş'in uyduları değil yüzeyinde meydana gelen olgular olduklarını açıklayan ilk kişiydi; her ne kadar Galileo aynı keşfi daha önce gerçekleştirmiş olduğunu iddia etmiş olsa da.

Galileo'yu 1610 yılında, acilen kısa ve resimli bir kitap yayımlamaya sevk etti. *Sidereus nuncius*'un (*Çok Yıldızlı Haberci*) basımıyla, o zamana kadarki belki en önemli bilimsel doküman yayımlanmış oldu. Bu yeni verilerle, insanın doğaya yönelik kavrayışı birden bire ve daha önce hiç olmadığı ölçüde genişledi ve evrenin yapısına ilişkin uzun süre baş üstünde tutulan birçok inanç demode hale geliverdi.

*Sidereus nuncius*'un yayımlanmasının ardından, İtalya'daki Katolik Kilisesi Kopernikçiliğin ihtiva ettiği teolojik manaların farkına vardı. Engizisyon bu yeni fikirlerin ve genel inançlara ters düşen her tür doğa felsefesinin, cezalandırılması gereken sapkınlıklar olduğunu kabul etti. Galileo, doğa araştırmalarının bilimin yetki sahasına girdiğini ve teologun, bu araştırmaların sonuçlarını *İncil*'deki öğretilerle uzlaştırması gerektiğini yazdı. Teoloji ve bilim arasındaki bu net ayrım, kendi dönemi için son derece yenilikçiydi. Gelecek için bir manifestoydu ama Galileo'nun kendisi için son derece tehlikeliydi. 1615 yılında resmi emirle Roma'ya çağrıldı ve dünyanın döndüğüne ilişkin Kopernikçi ilkeleri yayması açık biçimde yasaklandı. Bu uyarı üzerine Galileo daha az tartışmalı konulara döndü. Bunlar arasında boylam sorunu da bulunmaktaydı. *Il Saggiatore* (*Analizci*, 1623) adlı kitabında, bilimsel yönteme ilişkin orijinal bir tartışma başlattı. Bu tartışmada, doğrudan araştırmaya konu edilebilecek meselelerde geleneksel otoritelerin kabul edilmesini reddediyordu. Skolastik bir düşünür olan ve Galileo'yla uzun süreli dostane ilişkileri bulunan Maffeo Barberini, papalığa seçildikten sonra, Batlamyusçu sisteme de eşit ölçüde ağırlık verilmesi kaydıyla Kopernikçi sistemi anlatan eserlerin basılıp tartışılmasına müsaade etti. Galileo, *İki Önde Gelen Evren Sistemi Üzerine Diyalog* adlı eserini yazmak için altı yıl harcadı. Bu eser neredeyse yaşamına mal olacaktı. Eser, Kopernikçi Salviati ile Aristotelesçi Simplicio arasında geçiyor, önermeler Salviati lehine ağırlık kazanıyordu. Eser bir bütün olarak ele alındığında Kopernikçi sistemin fizik gerçekliğini kanıtlamaya yönelik bir teşebbüs olarak değerlendirilebilir. (Simplicius, on altıncı yüzyılda yaşayan önemli bir Aristotelesçi düşünürdü. Galileo, Simplicio ile bu düşünüre gönderme yapıyordu. Ama bu durum birçok okurun gözünden kaçtı. Çünkü ismin İtalyanca hali, avanak anlamına gelen *simpleton* sözcüğünü çağrıştırıyordu ve çoklarınca da böyle yorumlandı.) Galileo'nun kullandığı titiz (ama yanlış) argümanlar arasında gel-git teorisi de vardı. Galileo bu olayı, Dünyanın kendi ekseni ve Güneş etrafında yaptığı çift yönlü hareketle açıklıyordu. Genel olarak değerlendirildiğinde kitap, Dünyanın evrende hareket eden bir gezegen, bir serbest cisim olduğunu düşünüyor ve bu görünüme uygun yeni hareket teorileri sağlayabilmek kaygısıyla astronomiden ziyade fizik üzerine odaklanıyordu. Bruno ve diğerlerinin başına gelenleri bildiği halde Galileo, bu görüşleri neden böyle safdilce yayıyordu? Yeni papanın idaresinde, bu görüşlerin halk indinde haklı çıkacağına mı inanıyordu?

Eğer böyleyse kısa sürede hayal kırıklığına uğradığı açıktır: Roma'nın tepkisi üzerine kitap geri çekildi ve Galileo kendisini Engizisyonun huzurunda buldu. Papa, ortodoks Aristotelesçi tutumun bir avanaklık olarak sunulmasına sinirlenmişti ve daha önce 1616 yılında Galileo'ya konulan yasaktan da haberdar olmadığı anlaşılıyordu. Galileo'nun kendisine meydan okuduğunu ya da dalga geçtiğini sandı. 1633 baharında Roma'da görülen dava neticesinde Galileo işkenceye uğramak korkusuyla Kopernikçi öğretiyi reddetti ve Batlamyus sistemine inandığını açıkladı. Bu boyun eğiş için onu kim suçlayabilir? Otorite, Galileo'nun eserini yok etmekte çok geç kalmıştı. Kitap bütün Avrupa'da okunuyordu. Bu yüzden Galileo baskı altında kendisine ne yalan söyletilirse söyletilsin, görüşlerinin geleceğe taşınacağını biliyordu. Ömür boyu ev hapsine mahkum edildi ve yaşamının erken dönemlerinde ilgilendiği mekanik çalışmalarına geri döndü. Son yıllarını, *İki Bilim Üzerine Konuşmalar ve Matematik Kanıtlar* adlı eserini hazırlamakla geçirdi.

Galileo bunların deneye ve matematik analize elverişli oldukları prensibini ortaya koydu. Kepler'in çalışmalarından haberdar olduğu halde gök mekaniğine hiçbir katkıda bulunmaması şaşırtıcı gelebilir. Çünkü dikkatini, Kopernikçi çağa uygun yeni bir fizik dili keşfetmeye odaklamıştı. Galileo felsefi spekülasyonları bilimden çıkarıp atarak yeni bir bilim felsefesinin başlıca sözcüsü oldu.

Bir statik ve kinematik dalı olarak hız ve ivme sorunlarını inceledi. Havanın ağırlığı, sesin yayılımı, ışık hızı, sarkaç hareketleri gibi sorunlara değindi. Bu meselelerdeki görüşleri her zaman doğru olmasa da,

Galileo sonrası dönemde astronomi, bir dizi seçkin ismin ellerinde olgunlaşmaya devam etti. Johannes Hevelius 1647 yılında önce ilk ayrıntılı Ay haritasını yayınladı sonra yeni ve önemli bir yıldız araştırması hazırladı. Ole Romer 1676 yılında, ışığın sınırlı bir hızla hareket ettiğini buldu. Christian Huygens 1655 yılında Satürn'ün halkalarını gerçeğe uygun olarak açıkladı ve gezegenin uydusu Titan'ı keşfetti. 1670'lerde John Flamsteed yaklaşık 4.000 yıldızın konumlarını içeren anıtsal haritasını hazırlamaya başladı. Bu çalışma, ilk kapsamlı teleskopik yıldız araştırmasıydı ve Batlamyus'tan sonra göğü haritalamaya yönelik ilk teşebbüstü.

### Teorisyenler

On yedinci yüzyıl düşünürleri arasında bilinçli bir bilim felsefesinin, programının ve yönteminin doğmuş olması Avrupa düşüncesindeki bilimsel devrime ilişkin sözlerimizi doğrulamaktadır. Galileo spekülasyon yapmak ya da sistem inşa etmek yerine, doğanın nicel olarak araştırılmasını destekleyerek yeni bir yol açtı. Sözel ifadelerden, öncülüğünü yaptığı matematik analize geçerek yeni bilimin alamet-i farikası oldu. Tycho ve Galileo'dan önce bazı on altıncı yüzyıl düşünürleri Aristoteles kalesinin duvarlarına saldırmaya başlamışlardı. Fransız pedagog Pierre de La Ramee (1515-1572) 1562'de Paris Üniversitesi'nde, matematiği güçlendirmeyi ve bilimsel eğitimi modernize etmeyi amaçlayan bir reform önerisi yayımladı. Ramee Aristoteles fiziğini, gerçek dünyanın bir betimlemesi olarak değil, bir mantık alıştırması olarak görüyordu. Kopernikçilikten etkilenmişti ama bu sistemin değişmez dairesel hareket ilkesine bağlı kalmış olmasını eleştiriyordu. Çünkü bunun salt teorik bir varsayım olduğunun farkındaydı. Ramee'nin modernliği, dinsel konumundan






Tycho, rasathanesinde. Modern bilimin erken dönemlerine ilişkin en ünlü resimlerden biri. Tycho operasyonları yönetirken, bir asistanı dev kadranla duvardaki yarıktan bir yıldıza bakıyor. (Tycho'nun tüm çalışmaları teleskop öncesi döneme aittir.) İkinci bir asistan zamanı saptıyor ve bir üçüncüsü her şeyi kaydediyor.

kaynaklanır. Çünkü bir Kalvinistti (1572 yılındaki, St. Bartholome katliamında öldürüldü). Ama Aristoteles'i eleştirerek duyu deneyiminin doğa felsefesi için doğru bir başlangıç noktası olduğunu vurgulayan Bernardino Telesio'nun (1509-1588) durumu farklıdır. Gerek Telesio gerek Ramee, deneysel anlamda aktif bilim adamları değillerdi. Ama ikisi de empirisizmi bilgi için önemli bir temel olarak gördüler ve skolastikliğin tek alternatifinin büyüyle mistisizm olmadığını gösterdiler. Rönesans biliminin en orijinal isimlerinden biri olan Tomasso Campanella (1568-1639) empirisizmi, güçlü mistik eğilimlerle birleştirdi. Campanella, makrokozmos ve mikrokozmos öğretilerini birleştirerek büyü ve astrolojinin açığa çıkardığı benzerliklerin izini sürdü. Ama Kopernik'e inanıyordu ve Galileo'nun Kutsal Kitap ile doğa arasında yaptığı ayrımı destekliyordu. Tanrı kendisini bu iki alanda da ifşa etmekteydi ama insanlığın geneli, Dünyanın bilimsel

bilgisini elde edemeyeceği için *İncil* evrenin temsilî bir açıklamasını sunuyordu. Bu fikir on yedinci yüzyılda, Protestan düşünürler tarafından sıklıkla tekrarlandı ve Kalvinistler arasında neredeyse resmî öğreti haline geldi. Ama Katolik otoritelerin bu fikri kabul edebilmeleri mümkün değildi. Campanella'nın uzun yıllar süren hapis ve işkence hayatı, felsefe tarihinin en karanlık ve en utanç verici öykülerinden biridir. Katolik Kilisesi orta çağlarda Aristotelesçi bilimle bir evlilik yapmıştı ve şimdi bu bilime yönelik herhangi bir meydan okumayı Hıristiyanlığın kendisine yapılan bir saldırı olarak görüyordu. 1614 yılında Isaac Casaubon, Hermetik metinlerin Antik Mısır bilgeleri tarafından yazılmış otantik yazılar olmadıklarını, M.S. ikinci yüzyılda yazıldıklarını kanıtlayınca, Campanella gibi Rönesans düşünürlerine çok cazip görünen Yeni Platoncu gelenek ağır bir darbe aldı.

Bilimin bağımsız bir bilgi formu olarak savunulması, Leonardo da Vinci'den ve Rönesansın coğrafi keşiflerinden bir yüzyıl (belki daha fazla) sonraki bir hadisedir ve kaynağı da tuhaftır. Francis Bacon'un (1561-1626) bilim tarihindeki yeri paradokslarla doludur. Bir hukukçu ve politikacıydı, bilim adamı değildi ve Kopernikçilik gibi, çağının başlıca gelişmelerinden de etkilenmemiş görünüyordu. Ama Fransa ve İtalya'daki çağdaşları gibi Bacon'un da başlangıç noktası, içinde eğitim gördüğü skolastik gelenekten uzaklaşmak oldu. Bacon bu geleneğin, bu düşünce ve dilin, kendisinin "idoller" diye tanımladığı, düşüncenin yanlış formlarının egemenliğinde olduğunu iddia etti. Bunlar empirik bilgiyle ve tümevarım yöntemiyle yer değiştirmeliydi. Bu empirisizm, olguların basit bir toplamı değildi. Çünkü 1620 tarihli *Novum Organum* adlı eserinde Bacon, doğanın özünü keşfedebilmek için, doğal nesnelerin empirik özelliklerini analiz etmekte son derece karmaşık kurallar geliştirdi. Bu kurallar bilimsel olmaktan ziyade metafiziktirler ve Bacon'un amacının, bilginin bütününde bir reform yapmak olmadığını gösterirler. Bacon bilimi ifade etmek için, bugün bildiğimiz anlamda özel bir sözcük kullanmamıştır. Fizik, metafizik, mekanik ve büyü, felsefenin alt dalları olarak belirlendi. Bu dört temel disiplini, tarih, şiir ve teoloji izlemekteydi. Bacon'un en açık bilimsel eseri, 1627 tarihli *Yeni Atlantis*'tir. Ütopik bir adada, veriler toplayıp deneyler yapan bir grup bilim adamını anlatan bu eser, Bacon'un, sebeplerin bilgisine ulaşmak, şeylerin gizli hareketlerini açığa çıkarmak ve insanlık imparatorluğunun sınırlarını genişletmek yolundaki idealinin dışavurumudur. Bu eser büyük ölçüde, tıp, metalürji, meteoroloji, besin teknolojisi gibi alanlara ve pratik sonuçlara yöneliktir. Bacon'a göre, doğayı anlamak,





Kozmik sistem tesit ediliyor. Tychocu sistem Kilise tarafından yeğleniyordu çünkü Dünyayı tekrar evrenin merkezine koyuyordu. Cizvit Giovanni Riccioli'nin 1651 yılında yayımladığı bu alegorik resimde Tychocu sistem Kopernikçi sisteme ağır basıyor.

onu kontrol etmek ve böylece refahı, mutluluğu artırmak için bir ön şarttır. Bu anlamda Bacon, bilimsel düşüncenin yanısıra teknolojinin de bir havarisi oldu. Vatandaşları Dünyanın kendisini keşfetmekteyken Bacon da düşüncenin yeni alanlarını keşfediyordu. *Novum Organum*'un başındaki o meşhur resimli sayfada Herkül Sütunları'nın ötesine, daha önce hiç gidilmemiş denizlere açılan bir gemi resmedilir.

Bacon, *Büyük Doyumsuzluk* isimli eserinin ana bölümünü tamamlayamadan öldü. Bu eserde doğanın, tümevarım yöntemiyle nasıl yeniden sınıflandırılacağını ayrıntılı biçimde anlatmayı planlıyordu. Bunu

başarabilir miydi, başaramaz mıydı bilinmez. Ama yarım kalmış da olsa, Bacon'un çalışmaları İngiltere'de bilimsel düşüncenin başlangıcı oldu ve İngiliz felsefesinde empirik geleneğin temellerini attı. Bacon, bilimle teoloji arasındaki ilişkiyle uğraşarak acı çekmeyi reddetti. İnsanın doğaya ilişkin derin bilgisinin ilâhi kaynaklı vahiyle tamamlanacağını iddia etmekle yetindi. Bacon bu konuda, uzun bir tarihe sahip İngiliz doğal teoloji geleneğinin bir parçasıydı.

Ramee'den Bacon'a kadarki geç dönem Rönesans kuramcıları, orta çağların skolastik mirası üzerine araştırmalar yaparak, bu geleneğin altını usulca oydular. Ama onların çalışmalarını köklü bir felsefî şüpheciliğe, insan bilgisinin temellerine ilişkin bir sorgulamaya dönüştürmek işi Descartes'e kaldı. Descartes'in (1596-1650) bir Fransız Katoliği olması dikkate değerdir. Yetişkin yaşamının büyük kısmını Hollanda'da geçirdi ve çalışmalarını da burada yayımladı. Çünkü İtalya gibi Fransa'da da, yeni felsefî görüşlerinin bedelini canıyla ödeyebilirdi. Descartes felsefe ve matematiğe çok önemli katkılarda bulundu. Fizik ve fizyolojide uzun süre egemen olacak kuramlar üretti. Ama düşüncesi, bir bütün olarak, başlıca iki yönde ilerlemiştir: Felsefesi, ancak rasyonel sezgi ile kavranabilecek, doğuştan düşünceler olduğu varsayımına dayanıyordu. Bilimi ise katı biçimde empirikti ve tüm doğa alanını bir mekanizma olarak değerlendirmekteydi. Descartes'in düşüncesinin ikili görünümü şüphe prensibiyle ilişkilidir: bütün bir insan bilgisi hakkında kökten bir şüphecilik. Bu, geleneksel otoritenin kararlı bir reddidir. Bilginin yeni temeller üzerine kurulması gerektiği inancının açık ilanıdır ve Descartes'e bilim tarihindeki özgün yerini kazandırmıştır. Descartes temeli ister otorite, ister duyu deneyimi, ister salt akıl olsun her tür bilginin zayıflığını ortaya koymaya çalıştı. Tüm bilgisinden şüphe duydu ama sadece şüphe etmekte olan kendi aklından şüphe etmedi. Meşhur "Düşünüyorum, öyleyse varım" (*Cogito ergo sum*) sözü buradan doğmuştur. Ama kuşku duyan akıl, açık, seçik ve doğuştan gelen idealarn sadece biridir; diğerleri Tanrı, ruh ve evrendir. Bunlar da akılla aynı statüdedirler ve onun kadar geçerlidirler. Descartes yıktığını böylece yeniden kurmuş olur. Ortaçağ irfanının mirası, doğa bilgisi için kesin bir temel sağlamakta yetersizdir.

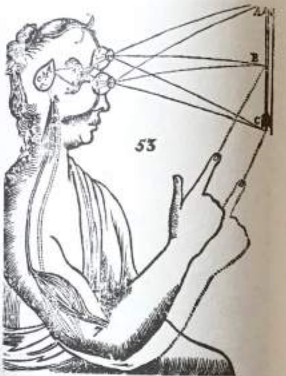
Doğuştan idealar konusundaki sezgiciliğinin aksine, Descartes'in doğa dünyasına ilişkin görüşleri tamamen materyalisttir. Fizik alemdeki her şey, maddenin madde üzerinde etkide bulunduğu bir mekanizma modeline uygun olarak işler. Bu ilke, Descartes'in fizyoloji ve kozmoloji alanındaki araştırmalarında açık biçimde görülür. Descartes'in düşün-






Yeni bilim, Herkül sütunlarının ötesine geçerek bilginin yeni dünyasına açılan bir gemi ile sembolize edildi: Francis Bacon'un 1620 tarihli *Novum organum* adlı eserinin, etkileyici ilk sayfa resmi.

cesinde insan bedeni, sinir sistemi boyunca akan ve "canlılık ruhu" (animal spirit) olarak adlandırılan son derece ince bir maddi tözle can bulur. Bu ruh, beyinde bir esintiye ya da son derece latif bir aleve dönüşür ve tüm bedensel hareketlerin kaynağı haline gelir. Descartes bu hareketi, otomatik olarak işleyen hidrolik borularla, süslü mağaralardaki heykellerle ve kraliyet bahçelerindeki çeşmelerle karşılaştırırken metaforik konuşuyor değildir. Descartes beden ile zihin (mind) ya da "rasyonel ruh (rational soul)" arasında mutlak bir ayrım olduğunu düşündü çünkü maddenin karakteristiği uzamdır, uzamda yer kaplamaktır. Zihin (mind) veya ruh (soul) ise maddî değildir, yer kaplamaz, düşünür. Böylece Descartes insan için, ünlü "makinedeki hayalet"

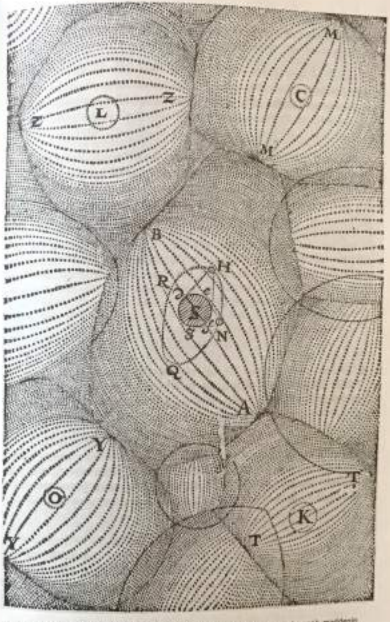



Descartes'ın fizyolojisi. Öne bir ok görmekte ve onu işaret etmektedir. İdrakin ana süreçleri, beynin merkezindeki pineal bezde ortaya çıkacaktır. Descartes, aklın fizik temellerinin, pineal bezin hassas titreşimlerinde yattığını iddia etti.

modeline benzer bir anlayış ortaya koymuştur. Aynı ölçüde meşhur bir diğer soru, "Zihin ve beden nasıl etkileşir?" sorusudur. Bu soruya verdiği cevap şöyledir: Beyindeki pineal bez rasyonel ruhun mekanıdır. Ruhun pineal bezdeki titreşimleri, canlılık ruhunu harekete geçirir ve böylece korku, sevgi ya da öfke gibi karmaşık zihinsel süreçler ortaya çıkar. Bu teorinin en etkileyici taraflarından biri de, hayvanların, ruhları olmayan birer otomat olduklarını, bilinçten, hazdan ve acıdan mahrum bulunduklarını savunmuş olmasıdır.

Mekanik model Descartes'in kozmoloji anlayışını da şekillendirmiştir. Descartes bir Kopernikçiydi ve gök cisimlerinin evrende serbestçe hareket ediyor oldukları düşüncesinin ne türden fiziksel sorunlar doğurduğunun farkındaydı. Bu soruna, mekanist anlayışa uygun bir çözüm geliştirdi ve gök küresi anlayışı yerine, çevrintiler (vorteks) halinde birarya gelerek gezegenleri taşıyan ve yörüngelerinde döndüren çok küçük parçacıklardan oluşan ince bir sistem tasarladı. Bu makul bir modeldi çünkü bu türden görünmez çevrintiler (vorteks) manyetizma alanında da mevcuttu. Çevrintiler (vorteks) öğretisi usta-






Descartes'ın çevrintileri (vorteks). Descartes'a göre gök cisimlerinin hareketleri, ancak, maddenin madde üzerinde etkiyeceği fizik bir mekanizma olarak açıklanabilir. Çok ince bir semavi maddenin gezegenleri taşıdığını ve onları kendi yörüngelerinde döndürdüğünü iddia etti. Descartes'ın 1644 tarihli *Felsefenin İlkeleri* adlı eserinden.

"Madde ancak madde üzerinde işler" inancına
caydı ama tamamen, Bu model, Kepler'in gezegenlerin hareketlerine ilişdayandırılmıştı. kin matematik analizlerinden uzak bir evren sistemi öngörüyordu. Descartes'e göre evrende boşluk diye bir şey yoktu. Evren, madde ile dopdoluydu.

Descartes'in mekanistik düşünceleri, on yedinci yüzyılda bilimin doğuşuna büyük ölçüde önayak oldu çünkü Rönesansın mistisizmine ve büyü anlayışına gerçek bir alternatif sunuyordu. Ama bu empirik programın tamamlandığını söylemek güçtür. Descartes uzun saatlerini bu projeye vermek yerine, doğa gözlemlerine, insan vücudu üzerine incelemelere ve deneylere sarf etti. Doğal süreçlere ilişkin açıklamalarında korkunç şekilde yanılıyordu. Görünen süreçleri açıklamak için görülmez bir mekanizma geliştirmekte ve açıklamalarını, parçaları gözlemlenemeyecek kadar ince ve küçük olan bir makineyle analoji kurarak yapmaktaydı. Descartes'in, kendisini bütün bilginin kaynağı haline getirmeye, ilk prensiplerin hakimi kılmaya çalıştığı söylenir. Doğal olguları da bu ilk prensiplerin zorunlu sonuçlarına indirgemişti. Hülasa, Dekartçı bilim asla bir bilgi kütlesi olarak tanımlanamaz. Daha çok, bir dizi tutumdur. Takipçilerine bıraktığı miras belirsizdir: Bir yandan, rasyonalizmi ve sekülerliğiyle skolastik anlayışın zincirlerini parçalamış ve Fransız Aydınlanmasına giden yolu hazırlamıştır; diğer yandan savunuculuğunu yaptığı mekanistik felsefeyle, haleflerinin yaklaşık bir yüzyıl boyunca içinde beyhude dolanacakları bir çıkmaz labirent olmuştur. Ama Bacon'un İngiltere'de yaptığına benzer bir şekilde, Kıta Avrupası'nda bilginin yapısını yeniden belirledi ve bilgi bahsinde, bilimi merkezi bir yere oturttu. İnsan bilgisini sorgulamaya ve sistematikleştirmeye yönelik, sonraki dönemlerde ortaya çıkan birçok çabada Dekartçılığın etkilerini görmek mümkündür. Mesela Leibniz'in felsefesindeki, Tanrı, ruh ve evren hakkındaki geleneksel düşünceleri fizik bir dille yeniden ifade etmek arzusu, Dekartçılığın bir tezahürü sayılabilir. Böylece doğadaki düzene duyulan inanç, teolojik bir ifadeye sahip olmasının yanı sıra şimdi bilimsel bir ifade de kazanmış oluyordu.

## Biyologlar

Kopernik, Vesalius ve onların takipçileri sayesinde, on altıncı yüzyılın sona erişinden uzun süre önce astronomi ve yaşam bilimlerinde form anlayışına yönelik bir devrim başladı. Ama yeni keşfedilen bu formların işleyişleri, birkaç araştırma ve düşünce nesli boyunca gizli kaldı.



Kopernikçi sistem fiziğe gereksiniyordu. Vesaliusçu düşünceyse insan anatomisinin gerçek yapısını ortaya çıkarabilmek için, başta Galen'inki olmak üzere geleneksel fizyoloji teorilerini yeniden gözden geçirmek zorunda kaldı. Bu alanda en ünlü ve etkili adım, William Harvey'in kan dolaşımını keşfetmesi oldu. Harvey keşfini 1628 tarihli *De motu cordis et sanguinis* (*Kalp ve Kanın Hareketleri Üzerine*) adlı eserinde ilan etti. Bedenin en temel süreçleri üzerine bütünlüklü ve yeni bir anlayış geliştiren Harvey, geleneksel tıbbın temellerini sarsarak fizyolojide yeni bir yaklaşımın yolunu açtı. Harvey (1578-1657) bu konuda yalnız değildi. O dönem Avrupa'sının en ileri tıp üniversitesinde çalışmalar yapmak üzere Padua'ya gittiğinde, Vesalius'un takipçilerinin burada tıp alanında önemli gelişmeler sağlamış olduklarını gördü. Gabriele Falloppio (1523-1562), kendi adını taşıyan (Fallop tüpleri) keşifler gerçekleştirdiği üreme sistemi meselesinin yanı sıra anatomik sistemler üzerine de geniş çaplı ve özgün çalışmalar yapmaktaydı. Girolamo Fabrici (1533-1619) kanın kalbe geri dönüşünü kontrol eden ve Harvey'in kuramında önemli bir rol oynayan toplardamar kapakçıklarını ilk kez betimlemişti. Fabrici embriyoloji alanında da erken dönemin en önemli düşünürüydü. Tavuk yumurtaları üzerine çeşitli dönemlerde gerçekleştirdiği yüzlerce gözlemin sonuçlarını açıklamış, üreme ve embriyolojik gelişim süreçleri üzerine, tıp adamlarının iki yüzyıl boyunca üzerinde tartışacakları bazı temel sorunlar keşfetmişti. Harvey'in öngörülerine yönelik en ilginç doğrulama 1550'den hemen sonra küçük kan dolaşımını keşfeden İspanyol bilim adamı ve teolog Michael Servetus'un (yak. 1511-1553) çalışmalarında ortaya çıkmıştır. Servetus teolojik bir çalışmasında, Tanrısal ruhun insan bedenine girişi sorununu fizik terimler kullanarak incelemişti. Tanrısal ruhun (divine spirit) akciğerlerdeki hava vasıtasıyla kana karıştığını, bu ruhla canlanan kanın, akciğer arterleri vasıtasıyla kalbe taşındığı, oradan da tüm vücuda dağıldığını ileri sürdü. Servetus, bu düşüncelerini ileriye götürmemiş olsa da bütünlüklü bir dolaşım kuramının eşiğine vardığı açıktır. Bu görüşleri açıkladığı eser, teslis karşıtı görüşler içerdiği için Servetus'un hayatına mal olmuştur. Servetus, Kalvin'in Cenova'sında ölüme mahkum edildi ve bir direğe bağlanarak yakıldı. Harvey, Servetus'tan bihaberdi ama onun görüşlerini Fabrici'den öğrenmişti. Fabrici, Servetus'un öğrencisiydi ve hocasını bir süre evinde ağırlamıştı. Harvey, Padua'da doktora derecesi aldıktan sonra pratik hekimlik yapmak üzere Londra'ya döndü. Önce I. James'e, ardından I. Charles'a başhekimlik yaptı ve iç savaş boyunca I. Charles'ın hizmetinde bulundu.

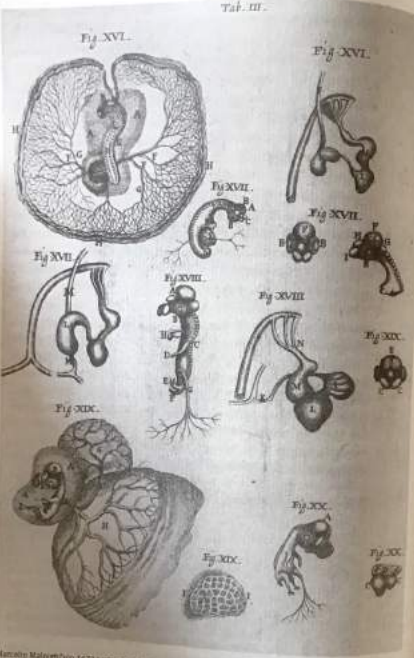
Harvey erken tarihlerden itibaren, en büyük hayatî gücün kanda gizli bulunduğuna ve kanın, canlılık unsuru vasıtasıyla vücudun her yanına nüfuz ettiğine inanmıştı. Embriyoda oluşan ilk şeyin bir damla kan olduğunu düşünen Fabrici'yi haklı buluyordu. Bu inançla, kanın işleyişini açıklayan organik sistemi araştırmaya girişti. Onaltıncı yüzyıl fizyolojisi, arter sisteminin, ciğerlerden aldığı canlılık ruhunu tüm vücuda yaydığına inanıyordu. Bu sistem, ciğerden aldığı besini vücuda dağıtan damar sisteminden farklıydı. Kanın, beslenme süreci esnasında buharlaşıp gittiğine ve karaciğerde sürekli yeniden üretildiğine inanılmakta; nabzın, kalp atışlarından değil arterlerin kendisinden kaynaklanan bir hareket olduğu düşünülmekteydi. Çünkü nabzın herhangi bir yerde bir kökeni varsa, arterlerin eş zamanlı olarak genişlememeleri gerekirdi. Yaptığı uzun deneyler sonucu Harvey, kalbin, gördüğü pompa işleviyle kandaki hareketin asıl kaynağı olduğuna ve arterleri, aynı anda her yanından şişmeye başlayan bir eldiven gibi genişlettiğine ikna oldu. Kanın kalpten bu şekilde ve çok büyük miktarlarda pompalandığını, buharlaşamayacağını, karaciğerde yenilenemeyeceğini anladı. Ana atardamarlardan biri kesildiğinde, canlının birkaç dakika içinde kan kaybından ölüyor olması bu düşünceyi desteklemekteydi. Kanın kalbe geri dönüyor olması gerekirdi: "Acaba kan, döngüsel bir harekete sahip olabilir miydi? Bu konu üzerinde düşünmeye başladım ve bu varsayımın doğru olduğunu gördüm." Kapakçıklar, kirli kanın daha yavaş biçimde kalbe geri döndüğünü keşfetmesinde en önemli faktör oldu. Harvey'in sunduğu bir dizi delil, toplardamarlardaki kirli kanın daima uç noktalardan kalbe doğru hareket ettiğini gösterdi. Böylece Harvey, kalbin işlevinin, kanı *vena cava*'dan, *aorta*'ya devridaim ettirmek olduğunu gösterdi.

Harvey kanın atardamar sisteminden toplardamar sistemine nasıl geçtiğini açıklayamadı ama bazı kılcal bağlantı damarları olması gerektiğini düşündü. Bu varsayım sonraları doğrulandı. Bundan daha önemli olan şey, Harvey'in, kan dolaşımının amacını açıklayamamış olmasıdır. Çünkü akciğerlerin kana oksijen sağlamaktaki rolü henüz bilinmiyordu. Bu konuda geleneksel öğretiyi yinelemekle yetindi: Kalp vücut ısısının kaynağıydı. Isının vücudun uç noktalarına kadar yayılabilmesi için, kanın tekrar kalbe dönmesi ve burada yeniden ısınması gerekiyordu. Otuz yıl sonra Richard Lower (1631-1691) atardamarlarla toplardamarlar arasındaki tek farkın havayla temas olduğunu kanıtlayan bir dizi deney gerçekleştirdi ve bu deneyler sonunda akciğerlerin işlevi doğru şekilde belirlenmiş oldu. Kuramsal olarak



tamamlanamamışsa da, Harvey'in keşifleri modern tıbbın başlangıcı olmuştur. Bu keşifler, Galenci sistemlere karşı eleştirel bir sorgulama süreci başlatmış ve sıvıların bedendeki dolaşımı, mekanist bilimin itibar kazanmasıyla birlikte yaşamın özü olarak görülür hale gelmiştir. Harvey, üreme ve embriyonik gelişme üzerine de geniş çaplı araştırmalar yaptı. Vardığı sonuçların birçoğu yanlıştı ama canlının rahimde mükemmel biçimde oluştuğunu ve gelişim sürecinin, embriyonun büyüklüğündeki artıştan ibaret olduğunu savunanlara karşı, *epigenesis* teorisini yani embriyonun tedricî değişimini savundu. Harvey'in orijinal bir tavra sahip olduğu bir diğer alan, memelilerdeki üreme meselesidir. Öteden beri ceninin âdet kanından meydana geldiğine inanılırdı. Ama Harvey dikkatini ilk unsur olarak kabul ettiği yumurtalığa odaklamıştı. Bu yeni yaklaşım, *ex ovo omnia* (Herşey bir yumurtadan meydana gelir) deyişinde özetlendi. Bu alanda Harvey, yaşamın gizemlerine tanrısal mucize açısından değil, seküler biyoloji açısından yaklaşan akımın bir mensubuydu.

1650 yılında mikroskobun keşfiyle birlikte, bu tür gizemli meselelere yönelik yeni ve bütünlüklü bir perspektif ortaya çıktı. Bu yeni alet, teleskopun astronomide yaptığı devrime benzer şekilde, insanın doğa dünyasına yönelik kavrayışında bir devrime yol açtı. Mikroskobun kökenleri teleskopunkilerden daha karmaşıktır ama mikroskobik gözlemler içeren ilk yayım Francesco Stelluti'nin arılar üzerine yaptığı bir çalışmadır. Stelluti (1577-1652) Galileo'nun tasarladığı, yirmi kat büyütme gücüne sahip basit bir alet kullandı ama çalışmalarını tamamlayamadı. Galileo'nun kendisi bile mikroskoba pek ilgi duymamıştı. Marcello Malpighi (1628-1694), 1660 yılında Bologna'da, mikroskobu çok daha önemli bir gözlemde kullandı. On yıl sonra Antoni van Leeuwenhoek, Delft şehrinde Malpighi'ninkine benzeyen ama onunkinden daha üstün bir mikroskop yaptı; bu iki tarih arasında Robert Hooke Londra'da bileşik (çift mercekli) bir teleskop tasarlayıp kullandı. Malpighi'nin en meşhur mikroskobik keşfi, Harvey'in mevcudiyetini öngördüğü kılcal kan damarları olmuştur. "Açıkça gördüm ki" diye yazar, "kan bir sürü çapraşık damarlara bölünerek akmakta, boşluğa dökülmek yerine küçük damarcıklar içinde daima devran etmekte, birçok damar kıvrımlarına dağılmaktadır". Dilin tat alma tomurcuklarını ve kandaki kırmızı hücreleri saptadı ama neler görüyor olduğunun pek farkında değildi. İpekböceğinin ve kuluçka döneminin ilk saatlerinden itibaren civcivin gelişimleri üzerine ayrıntılı tasvirler yaptı. Malpighi mikroskobun gözler önüne serdiği yeni dünyanın ve biyologları bekleyen muazzam tahlil vazifesinin ziyadesiyle farkında-




Marcello Malpighi'nin 1673 tarihinde mikroskopla elde ettiği civciv embriyosu görüntüleri. Malpighi, temiz ve ... kanın ... ilgili olduktan kılcal damarları keşfetti ve embriyonun gebelik anında tamamen ortaya çıktığı ... yerine, yapısal değişiklikler geçirdiğini savunan epigenesis kuramını destekledi.



dı. Bu yüzden, karmaşık insan yaşamını incelemeye başlamadan önce temel yapıları betimlemek istedi ve daha basit canlı formlarını araştırmaya girişti.

Küçük organizmaların, o güne dek gözlerden uzak kalmış saklı dünyalarını araştırmaya yönelik arzu, Leeuwenhoek'e (1632-1723) de tabii görünmekteydi. Leeuwenhoek akademik bir eğitim almaksızın, sadece Danca konuşarak ve birçok bilimsel düşünceden habersiz biçimde, ne görüyorsa onu anlatmıştır. Oto-devinimin ve canlılığın birbirine özdeş olduğunu varsaydı. Suda, bilinmeyen canlı formları olarak hareket eden çok küçük varlıklar keşfetti. Bugün protozoa, rotifera ve bakteri olarak sınıflandırılan canlılar da dahil olmak üzere pek çok keşfini, 1676 yılında Londra Kraliyet Akademisine yazdığı mektupta açıkladı ve bu mektup büyük bir heyecana yol açtı. Leeuwenhoek, Malpighi'nin çalışmalarından haberdar değildi. Kandaki alyuvarları ve kılcal damarları, ondan bağımsız bir şekilde keşfetti. En önemli keşfi, menideki sperm hücreleriydi. Leeuwenhoek, canlı ve hareketli bu organizmalara, hayvancıklar (*animalcules*) adını verdi. Bu canlıların, açıklanamayan bir yolla dişi yumurtayla birleşerek gebeliğe yol açtıkları varsayılır oldu. Bu varsayım, ovistler ile (yumurtalığın gebelik sürecinde öncelikli rol oynadığını savunanlar) animalkülistler (önceliği sözkonusu hayvancıklara verenler) arasında gelişen tartışmada önemli bir rol oynadı. Bu tartışma, onyedinci yüzyıl boyunca, biyoloji alanındaki en keskin ihtilaf noktası olarak kaldı. Aristotelesçi bir ifadeyle, yavrunun formunu erkek, tözünüyse dişi sağlıyordu. Ama Fabrici, Harvey ve diğerlerinin embriyonun gelişimi üzerine gerçekleştirdikleri erken dönem çalışmalar, dişi yumurtanın gebelik sürecinde öncelikli bir rol oynadığını vurgulamaktaydılar. Bu fikir, Regnier's de Graaf'ın 1672 tarihinde yaptığı, yumurtalığa ilişkin açıklamalarca da desteklendi. Gerek yumurtlayan gerek doğuran canlılarda, üremenin dişi yumurtanın döllenmesiyle başladığı sonucuna varıldı. Aslında yumurtanın embriyoyu bir bütün olarak ama minyatür biçimde içerdiği ve bu içeriğin daha sonra büyüyerek farklılaştığı iddia edildi. Bu kuramda erkek menisinin, yumurtalığa canlılık ısısı ya da ruhu gibi bazı belirsiz nitelikler kattığına inanılıyordu.



1673 dolaylarında Antoni van Leeuwenhoek'in saptadığı köpek sperması. Soldakinin canlı diğerinin cansız olduğu söylendi. Leeuwenhoek'in bu canlı organizmaları keşfetmesi, insan üremesine ilişkin doğru bir anlayışın gelişmesinde en önemli hadiseydi; bunların bir şekilde dişi yumurtayla birleşmiş olmaları ihtimali yükseldi.

Yaşayan bir organizma olarak spermatozoanın keşfedilmesi ve sperm başlarında *homunkül*[2] denilen çok küçük insan formlarının bulunduğunu iddia eden Nicolas Hartsoeker gibi mikroskopistlerin yaratıcı tasvirleri bu görüşü tehdit edince mevcut tartışmaya bir ikincisi eklendi: Mikroskopla gözlemler yapan birçok araştırmacı, embriyonun ilk andan itibaren bir bütün olarak meydana geldiğini ve gelişiminin, büyüklüğünde bir artıştan ibaret olduğunu savunuyorlardı. Buna karşılık bazı düşünürler, gelişim süreci boyunca embriyonun yapısının tedricen değiştiğini, yani bir epigenesis sürecinin işlediğini iddia ediyorlardı. Bu iki tartışma uzun süre devam etti ve epigenesis lehine bir uzlaşma ancak çok yavaş biçimde ortaya çıktı. On dokuzuncu yüzyıla dek, yumurta ile spermin birleşmesine dayalı gerçekçi bir döllenme anlayışına ulaşılamadı.

Biyoloji alanındaki üçüncü büyük sorun, bazı canlı formlarının yokluktan ortaya çıktıkları inancına dayanan ve "kendiliğinden üreme" olarak bilinen olguydu. Peynirlerde ve ceset leşlerinde ortaya çıkan kurtçuklar bu olguya klasik bir örnek olarak gösterilir. İtalyan tıpçı Francesco Redi (1626-1697) 1660'larda gerçekleştirdiği bir dizi deneyle bu olgunun imkânsızlığını göstermiştir. Bir parça et ve peyniri cam tüplere yerleştirip, eşit miktarda et ve peyniri de havayla temas halinde bırakarak karşılaştırmalı bir deney gerçekleştirmiş, tüpteki yiyeceklerde hiçbir canlı formun ortaya çıkmadığını ancak havayla temas halinde bırakılan yiyeceklerde böceklerin türediğini gözlemlemiştir. Bu deneylerin devamında Redi, mikroskop yardımıyla böceklerin yumurtalarını saptayan ilk kişi olmuştur. O dönemde biyoloji alanında araştırma yapan bilim adamlarının kendiliğinden üreme gibi bir olguya yaygın biçimde inanıyor olmaları, Redi'nin deneyleri kadar ilginç bir gerçektir.

Malpighi ve Leeuwenhoek'in mikroskopla yaptıkları araştırmaların bilim camiasındaki etkileri çok yavaş oldu. Ama Robert Hooke'un (1635-1702) 1665 tarihinde yayımladığı *Micrographia*, mikroskopiye ilgiyi bir anda artırdı. Eser gerçekten de bilim tarihindeki dönüm noktalarından biridir. Sağladığı bilimsel verilerle yeni bir çağın başlangıcı olmuştur. Bu anlamda etkileri, Galileo'nun *Sidereus nuncius*'unun etkileriyle karşılaştırılabilir. Kitaptaki resimlerin çoğu Christopher Wren tarafından çizilmişti. Resimler, böcek anatomisini, bitki dokularını ve kristal yapıları heyecan verici biçimde gözler önüne seriyor ve Hooke, resmedilen canlı formların işleyişleri üzerine yepyeni kuramlar ortaya

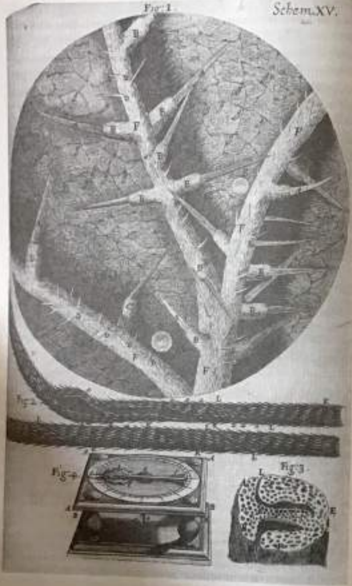
2 Bu sözcük, simyacıların, simya terkipleriyle yaratabileceklerini iddia ettikleri küçük, hayali insanları ifade etmekte de kullanılır. (ç.n.)



atıyordu. Doğru olsun yanlış olsun bu kuramlar, muazzam ölçekteki bir görevi, yeni mikroskopik dünyanın analiz edilmesi ve yorumlanması ödevini daha açık kıldı. Hooke'un en verimli açıklamalarından biri, mantardaki gözenekleri bal peteğindeki hücrelerle karşılaştırmasıydı. "Hücre" sözcüğünden kastı, bugün anladığımız şey değildir. Ama çok sonraları on dokuzuncu yüzyılda hücreler keşfedildiğinde bu yapıları adlandırmakta kullanılan "hücre" (*cell*) terimi Hooke'tan alındı.

En sistematik erken dönem mikroskopist, çalışmaları daha çok böcek anatomisi ve böceklerdeki yaşam döngüleri üzerine odaklanan Jan Swammerdam'dır (1637-1680). Böcekler hakkında Aristoteles'ten beri süregelen bazı önyargılar, bu canlıların sistematik araştırmalara değmeyecek canlı formları olarak görülmelerine ve yüksek yapıdaki hayvanlardan farklı bir kategoride değerlendirilmelerine yol açmıştır. Böceklerin, kendiliğinden üremeyle meydana geldikleri, iç anatomik yapıları bulunmadığı, hızlı ve sebebi belirsiz başkalaşımlara uğradıkları vs., bu önyargılardan birkaçıdır. Swammerdam böcekleri parçalayarak bir dizi deney gerçekleştirdi ve böceklerin de tıpkı hayvanlarda olduğu gibi dolaşım, sindirim vb. sistemlere sahip olduklarını gösterdi. Böylece son iki önyargıyı çürütmüş oldu. Kelebeklerin kanat ve bacaklarının krizalit aşamasından önce, yani henüz tırtıl aşamasında geliştiğini göstererek daha önce mucizevi bir hadise olarak değerlendirilen metamorfoz olgusunun, normal bir gelişim süreci olduğunu kanıtladı. Swammerdam ayrıntılı araştırmalar gerçekleştirdiği halde, *epigenesis* ve *preformasyon*[3] anlayışları arasındaki ihtilafta kararsız kaldı. Birçok biyolog, Swammerdam'ın bulgularının, mesela kelebeğin henüz tırtıl aşamasındayken oluştuğu bulgusunun, preformasyon kuramını desteklediğini düşündüler. Dindar düşünürler bu inancı köklü biçimde tersinden okuyarak, böcek olsun insan olsun herhangi bir türün yumurtasının, bir sonraki kuşağın aktüel formunu barındırdığını ve insanın kökenlerinin bu yolla, yumurtalığında insan ırkının bütün müstakbel formlarını barındıran Havva'ya kadar dayandırılabilece-

3 *Preformasyon* sözcüğü, canlıların bir anda ve bir bütün olarak meydana geldiklerini ve gelişimleri boyunca hiçbir şekil değişikliğine uğramadıklarını, gelişimlerinin sadece boyutlarında bir büyümeden ibaret kaldığını savunan üreme anlayışını ifade eder. Bunun karşıtı olan *epigenesis*, canlıların gelişim süreci boyunca bazı şekil ve yapı değişikliklerine maruz kaldıklarını savunur. Preformasyonu "ön biçimlenme", epigenesisi ise "üst oluşum" şeklinde çevirmek mümkündür; ancak bu çevirilerin anlamı tam olarak veremediklerini düşündüğümüzden sözcükleri oldukları gibi bırakmayı uygun bulduk. (ç.n.)




Robert Hooke'un 1665 tarihli *Micrographia*'sında gösterildiği haliyle, bir ısırgan otunun gövde ve yaprağı. Hooke'un eseri, yeni keşfedilen mikroskobun ortaya çıkardıklarını detaylı bir şekilde veren kitapların en çarpıcı ve etkileyici olanıydı.



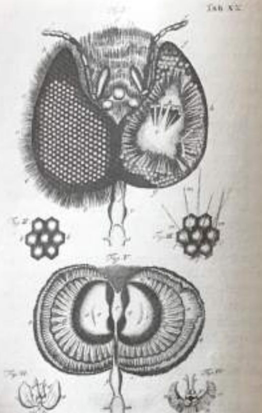
ğini iddia ettiler. *Emboitement*[4] olarak bilinen bu kuram, ilk günahın Havva'nın torunlarına nasıl iletildiğini açıklayan bir mekanizma sağlamakta ve Havva'nın yumurtaları tükendiğinde insan ırkının neslinin tükeneceğini varsaymaktaydı.

Mikroskopinin bitkiler alemine uygulanışı, en açık sonuçlarını Nehemiah Grew'in (1641-1712) çalışmalarında vermiştir. 1682 tarihli *Bitkilerin Anatomisi* adlı eserinde Grew, bitkilerin gövde, kök ve yapraklarını betimlemekle kalmamış, bunların işleyişlerine ilişkin varsayımlarda da bulunmuştur. Fikirlerinin çoğu kaçınılmaz olarak spekülatifti. Mesela özsuyun bitkilerdeki hareketinin, hayvanlardaki kan dolaşımı gibi mekanik olduğunu, bir dolaşım ya da mide-bağırsak hareketi gibi dalgalı bir hareket olabileceğini düşündü. Grew'in en parlak başarısı, bitkilerdeki eşeyliliği keşfetmiş olmasıdır: Tüm bitkilerin çift cinsiyetli (hermafrodit) olduklarına inanmakla hata ediyordu ama erciklerin (stamen) erkek, karpellerin dişi organlar olduklarını doğru biçimde saptamayı başarmıştı. Grew bu teoriyi deneyle ispatlayamadı. Bitkilerin çift cinsiyetli oldukları ve kendi kendilerini dölledikleri varsayımı daha sonra çürütülmüştür ama Grew'in dişi ve erkek organlara ilişkin saptamaları, Rudolf Camerarius'un (1665-1721) 1690'larda Tübingen'de gerçekleştirdiği deneylerle doğrulanmıştır. Bitkilerde eşeyliliğin keşfedilmesi tutarlı bir doğa prensibinin geliştirilebilmesi adına son derece önemli bir başarıdır. Binlerce yıldır gözlemlenen ve bilinen ancak işleyişi her zaman gizli kalan bir olgunun; bitkilerde döllenme olgusunun temelleri bu sayede açıklanabilmiştir.

On altıncı yüzyıl boyunca biyologları meşgul eden, canlı formların sistematize edilmesi ve sınıflandırılması işi, mikroskobun keşfiyle birlikte daha karmaşık ve şaşırtıcı bir hal aldı. Doğadaki muazzam form ve tür çeşitliliğinin, bazı temel şablonlara ve yapılara dayandığı haklı olarak sezilebiliyordu. Yaşamın sırlarını açığa çıkarmaya yönelik girişimler, bu şablon ve yapılar saptanana dek ilerleme kaydedemedi. Bu konuda en ileri görüşlü isimlerden biri Edward Tyson'du (1651-1708). Londralı bir hekim olan Tyson teorik ve pratik alanda, karşılaştırmalı anatominin öncülüğünü yapmıştır. Tyson bir yunus balığı üzerinde yaptığı araştırmalar neticesinde bu canlının, balıklarla dört ayaklı kara

---

4 Sözcüğün aslı Fransızca olduğu ve yazar tarafından aynen kullanıldığı için biz de sözcüğü çevirmeden bıraktık. Sözcük iki şeyin birbiri içine geçmesi, birbirine oturması, *yuvaya oturma* anlamına gelir. Metinde de bu sonuncu anlamda, tüm insan neslinin geriye götürülerek nihayet ilk kadın olan Hz. Havva'nın rahmine vardırılması anlamında kullanılmıştır. (ç.n.)



Jan Swammerdam'ın, mikroskobu ile 1670 dolaylarında ortaya çıkardığı arının bileşik gözü. Swammerdam böceklerin bir iç anatomiye sahip olmadıklarına ilişkin geleneksel görüşü tamamen çürüttü ve onların metamorfozlarının farklı aşamalarını ortaya çıkardı.

canlıları arası bir geçiş formu olduğu sonucuna vardı. "Geçiş" derken neyi kastettiği açık değildir. Çünkü Tyson, bir Antikçağ düşüncesi olan "büyük varlık zinciri" anlayışını yeniden canlandırmıştı ama bir evrimsel zaman ölçeği anlayışı henüz mevcut değildi. Bundan daha önemlisi Tyson, bir şempanze vücudu üzerinde yaptığı incelemeler sonucu bu canlının -büyük bir ayrım faktörü olan ruh (soul) dışında- fizyoloji ve beyin yapısı bakımından insana çok benzediğini şaşırarak gördü. Tyson, empirik olarak düşünüldüğünde insanın bir tür hayvan olduğu düşüncesinin eşiğine vardı: insanlarla diğer primatlar arasında bir evrim ilişkisi olduğunu savunan düşüncenin ortaya çıkması için yaklaşık iki yüz yıl daha geçmesi gerekecekti.

Taksonomi, doğadaki binlerce canlı formunu, yapılarına ve işlevlerine göre temel karakteristiklere indirgeyerek belli bir düzene sokmaya



çalışan bir bilim dalıydı. Botanik alanında bir doğa sistemi geliştirmeye yönelik en bütünlüklü çabalardan biri John Ray'ın (1627-1705) çalışmalarıdır. Bitkilerin yapı ve fizyolojilerinde tutarlı taksonomik ilkeler arayan Ray, tohum kabuklarının bitkilerdeki en değişmez özellik olduğuna karar verdi. Tek çenekli (monocotyledon) ve çift çenekli (dicotyledon) bitkiler arasında temel bir ayrım yaptı. Bu türlerin hep belli türde yaprak biçimlerine ve sap dokularına sahip olduklarını saptayarak bir yaşam döngüsü betimledi. Tarihin başlangıcında tüm canlı formlarının Tanrı tarafından yaratıldıklarını savunan "türlerin sabitliği" ilkesini kabul ediyordu ama türler arasında sınırlı ölçekte bazı dönüşümlerin mümkün olduğunu ve sayısız bitki türünün, bu küçük ölçekli dönüşümlerle birbirlerinden farklılaşmış olabileceğini söylemek gereğini duydu. Ray'in başyapıtı olan *Historia plantarum* 1686-1704 yılları arasında parçalar halinde yayımlandı. Eserde, çoğu Avrupa menşeli olmak üzere 5.000'den fazla bitki sistematik olarak betimleniyordu. Ray bunun yanı sıra Amerika ve Asya'da keşfedilen binlerce yeni bitki türünü de sınıflamaya çalıştı. Bu muazzam çalışma bile Ray'in enerjisini tüketmedi. Kuşlar, balıklar, kara canlıları ve böcekler için de taksonomik ilkeler geliştirdi. Ray araştırmalarını kainatın zenginliklerini ve kainatta apaçık görülen amaçlı tasarımı gözler önüne sermeye adayan son derece dindar bir insandı. Yaptığı işin teolojiye girdiğini savunurdu.

Bilim ve din, on yedinci yüzyılın en orijinal biyologlarından biri olan, paleontolojinin kurucusu Danimarkalı Niels Stensen'in (1638-1686) zihninde (daha çok, adının Latincesiyle, Nicolaus Steno olarak anılır) derin biçimde iç içe geçti. Stensen her şeyden önce bir tıp adamıydı. Bez ve lenf sistemlerini keşfetmiş; kalbin bir tür kas olduğunu, işleviniNse, Harvey ve Descartes'ın iddia ettiği gibi kanı yeniden ısıtmak değil dolaşım sisteminin devamlılığını sağlamak olduğunu fark etmişti. Descartes'in pineal beze ve sinirlerin akışkan mekanizmine ilişkin kuramlarını reddetti. Stensen otuzbeş yaşındayken bilimsel bir dönüşüm yaşadı ve daha önce dindar bir Lutherciyken, Roma Katolik papazı oldu. Kendi çalışmalarının sonuçlarıyla, Descartes gibi felsefecilerin öğretileri arasında ihtilaflara düştüğüne, insan bilgisinin değeri üzerine kuşkulara kapıldığına ve bir inanç krizine girdiğine ilişkin kayda değer deliller vardır. 1669 yılında yayımladığı *De solido intra solidum* isimli son çalışması oldukça orijinaldi, jeolojik düşüncede erken bir dönüm noktası olarak Stensen'e kalıcı bir ün kazandırdı. Bu çalışmada Stensen bazı taşların şekil olarak hayvan organlarına benzediğini görmüş, bunların uzun süre önce ölen canlıların fosilleri oldukları sonu-

cuna varmıştır. Fosilleşme sürecini, canlı dokuların taşa dönüştükleri varsayımıyla açıklamıştır. Bu görüşü temellendirmekte kullandığı en belirgin örnek, dil biçimindeki taşlardı ve bunların fosilleşmiş köpek balığı dişleri olduğunu düşünüyordu. Stensen, jeolojide büyük önem taşıyan *tabakalaşma* kavramını ve dünyanın katmanlarının bir zaman göstergesi olarak kullanılabileceğini ileri sürdü. Dağların yerkabuğu hareketleri sonucu meydana geldiklerini, denizden son derece yüksek alanlarda rastlanan deniz canlılarına ait fosillerin de bu şekilde açıklanabileceğini iddia etti. Böylece dünya tarihi için anahtar bir öneme sahip olan *kronoloji* kavramını ilk ortaya atan kişi oldu. Ama dünyanın yaşına ilişkin düşünceleri doğru değildi. Sözkonusu jeolojik aktiviteleri *İncil*'in öngördüğü zaman çerçevesi içinde değerlendiriyordu. *İncil*'deki kronolojiyi dünyanın başlanıcına dek geri götürmeye yönelik bazı girişimler oldu. Bunlardan en meşhuru, evrenin yaratılışını M.Ö. 4004 yılına dayandıran Başpiskopos James Ussher'in girişimidir. Onun belirlediği tarih, 1650'den sonra geniş kabul gördü.

Harvey'den Stensen'e kadarki on altıncı yüzyıl biyolojisi, gözlem ve deneyin öne çıktığı bir devrime şahitlik etmiştir. Bu devrimde mikroskop, görünür dünyanın sınırlarının genişlemesinde anahtar bir rol oynamış, empirik verilerin miktarı ve karmaşası, sınıflama işini öncekinden daha güç ve elzem kılmıştır. Ama bitki ve hayvan yapılarının daha ayrıntılı biçimde ortaya konmasının önünde bir engel vardı: Mikroskop merceklerindeki renk sapmaları bazı renk halkaları meydana getiriyor ve incelenen nesnelerin görüntüsünü bulanıklaştırıyordu. Ayrıca bitkilerin ve hayvanların yapısal özellikleri kısmen açığa çıkarılmış olsa da, işlevleri hâlâ gizem perdesiyle örtülüydü. Büyüme ve gelişme gibi en temel süreçler bile açıklanamıyordu. Bu yüzden Harvey ve diğerlerinin tıp biliminde sağladıkları gelişmelerin, dönemin üstünkörü tıp uygulamaları üzerindeki etkisi sınırlı oldu. Fizyolojinin, bir damar ağı boyunca hareket eden kuvvetler, basınçlar ve akışkanlar sistemi olduğunu iddia eden Descartes'in mekanikçi felsefesi bile bu alanda yetersiz kalmaktaydı. İnsan vücudundaki sinirlerin, son derece ince yapılı akışkanlar içeren, oyuk biçimli damarlar oldukları düşünülüyor, bitkiler aleminde ağaç köklerinin toprağa gömülmesinin bir kas hareketi olabileceği varsayılıyordu. Zooloji ve botaniğin arka planında din hâlâ mevcudiyetini güçlü biçimde hissettirmekteydi. Yaşayan bütün hayvan ve bitki varlıklarının, hep birlikte yoktan ve bir anda yaratıldıklarına ilişkin inanç, türler arasındaki ilişkilerin kavranabilmesini güçleştiriyordu. Gözlem ve deney, bilim adamlarının başlıca



etkinliği olmuştu ama bazı ideolojik önyargılar, gözlem ve deneylerden elde edilen bulguların akılcı biçimde yorumlanmasını engelliyordu. Stensen'in jeolojik süreçlere ilişkin açıklamaları, bu alandaki belki en ileri görüşlü düşüncelerdi ve Stensen'in yaklaşımı ondokuzuncu yüzyılda ortaya çıkan biyoloji devriminde büyük rol oynadı.

## Fizikçiler

Giambattista della Porta 1589 yılında, birçok başka konunun yanı sıra, çeliğin sertleştirilmesinin, görüntüleri çarpıtan aynalarla ilgili bazı oyunların, mıknatıs deneylerinin, görünmez bir mürekkep terkibinin ve lenslerin özelliklerinin anlatıldığı *Magiae naturalis* (*Doğal Büyü*) isimli bir kitap yayımladı. Della Porta, Napolili bir düşünürdü. Kendi evinde, "Doğanın Gizemleri Akademisi" adlı bir gruba ev sahipliği ve öncülük etti. İnançları nedeniyle zaman zaman Engizisyonun kovuşturmasına uğradı ve Kilisenin dikkatini dağıtmak için, daha önce yaptığı komik piyesler kaleme almak işine döndü. Della Porta'nın büyüye duyduğu ilgi, temellerini Rönesansçı Hermetik gelenekten alıyordu ama onun büyü anlayışı gizli bir gücün gerçekleştirilmesinden öteydi. Anlattığı mucizevi işlerin ardında rasyonel bir düzenin yattığına inanırdı. Bu harikaları başarmak için cinlerin yardımı gerekmiyordu, herhangi biri de bunları yapabilirdi. Della Porta'nın söz ettiği şeyler aslında ısı, ışık, manyetizma ve hava basıncı gibi doğal güçlerin yol açtığı sonuçlarla ilgiliydi. Bu kuvvetleri ne akla uygun hale getirebildi ne de ölçebildi ama bu türden güçlere yönelik deneysel yaklaşımın temellerini attı. Onun sözünü ettiği kuvvet ve etkilere daha tutarlı ve analitik bir bakış açısıyla yaklaşan düşünürler, sonraki yüzyıllarda modern fiziğin temelini attılar.

William Gilbert'in manyetizma üzerine yazdığı eser, bu kuvvetlerin araştırılmasına yönelik erken dönem eserlerden biridir. Bazı metallerin gizemli bir çekim gücüne sahip oldukları Yunanlıların da dikkatini çekmişti. Lucretius'a göre *magnet* sözcüğü, magnetite madeninin çokça bulunduğu Tesalya'daki Magnesia bölgesinden gelmekteydi. Bu bölge de adını bu madenden almıştı. Kehribarın, ovulduğunda hafif nesneleri çeker hale gelmesi aynı gücün bir başka tezahürü olarak değerlendirilmekteydi: Yunanca'da amber *elektron* demekti. Bu gizemli güç, tarihin en devrimci aletlerinden biri olan manyetik pusulanın ortaya çıkışına dek pratikte pek uygulama alanı bulamadı. Pusula muhtemelen ilk kez Çin'de kullanıldı ve bu varsayım doğruysa aletin Avrupa'ya nasıl ulaştığı tam olarak bilinmemektedir. Pusulaya, denizcilikte yardımcı




Della Porta'nın, ısı, manyetizma ve kimya gibi alanlara ilişkin deneyler ve hileler içeren *Magiae Naturalis* isimli eserinin İngilizce versiyonunun baş sayfası. Della Porta'nın büyüden kastı, herhangi biri tarafından da gerçekleştirilebilecek olan, doğa temelli bir büyüydü. Doğal güçlerin ya da sırlı güçler içermiyordu.






William Gilbert'in manyetizma üzerine öncü çalışması *De magnete*, 1600. Bu gücü resimde deneyci, kızgın bir demir çubuğu çekiçle döverek bir mıknatıs yapıyor.

bir unsur olarak yapılan en eski gönderme 1200 yılı dolaylarına aittir. Fransız asker ve bilim adamı Pierre de Maricourt'un (Peter Peregrinus olarak da bilinir) 1269 tarihli *Epistola de magnete*'si, pusulanın özelliklerinin eksiksiz olarak açıklandığı ilk çalışmadır ve bu çalışmadan sonra pusulanın işlevi pekişmiştir. Bu makaleden birkaç yıl sonra, Akdeniz'in, pusula çizgileri içeren ilk deniz haritası çizildi ve denizcilik sanatı bu gelişmeyle birlikte büyük bir mesafe kat etti. Ancak pusulanın yöneliminin, kuzey gök kutbuyla bir şekilde ilişkili olduğu yüzyıllardır bilindiği halde, mıknatıs taşına bir açıklama getirilemedi.

1580'lerin Kopernikçi, Vesaliusçu, Aristoteles karşıtı anlayışı Hermetik mistisizme rağbeti artırarak, Londra ve Oxford'a nüfuz etti. Bir büyücü ve aynı zamanda ciddi bir matematikçi olan, İngiliz denizcilerini Yeni Dünya'ya hazırlayan ve Marlowe'un Faust'u için uygun bir model teşkil eden Dr. John Dee, İngiltere Kraliçesi'nin sarayında, bu yeni akımları temsil ediyordu. Aynı sarayda hekimlik yapan ve deneysel fiziğe öncülük eden bir diğer isim de, Dr. Dee'nin çağdaşı William Gilbert'tir (1544–1603). 1580-90'larda Gilbert Londra'da uygulamalı bilimlerle uğraştı ve mıknatısın doğasına ilişkin orijinal çalışmalar yaptı. Bulgularını 1600 yılında, *De magnete, magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure* (*Manyetizma, Manyetik Cisimler ve Dünyanın Büyük Manyetizması*) isimli önemli eserinde dile getirdi. Başlıktan da anlaşılacağı üzere Gilbert'in temel keşfi, bütün manyetik olguların odağının ve sebebinin dünyanın kendisi olduğu düşüncesidir. Bir *terella* ya da dünya modeli olarak sunduğu küre biçimindeki mık-



Erken dönem fiziğin, kamuya en çok mal olmuş ve en ünlü deneyi: 1660 yılında Magdeburg'da Otto von Guericke iki bileşik metal yarıkürenin içindeki havayı boşaltarak bir vakum oluşturdu. Bu deney hava basıncının gücünü göstermekteydi öyle ki, sekizer atları olan iki at takımı yarıküreleri birbirinden ayıramadı.

natıs taşıyla yaptığı deneyler sonucu bu yeni kurama varmıştı. Mıknatıs küre, üzerindeki manyetize iğnelere etkide bulunmaktaydı. Gilbert, bu manyetik iğnelerin, Dünyanın kutuplarıyla ilişkili biçimde, iki ayrı noktaya yönelerek bir enlem-boylam çizgileri modeli oluşturduklarını gördü. İğnelerin, kuzey-güney hizasından sapmalarını mükemmel küresel formdan sapmaya ve tözün saflığının bozulmasına bağladı. Her iki durum, dünyanın kendisi için de geçerliydi. Gilbert manyetizmayla amber gibi maddelerin çekim gücü arasında önemli bir ayrım yaptı. Bu ikinci gücü "elektrik" diye adlandırdı ve sürtünmeden kaynaklandığına karar verdi. Gilbert'in manyetizma olgusuna yönelik analizleri keskindi. Francis Bacon onun deneysel yaklaşımını övdü ve Galileo da dahil olmak üzere birçok çağdaşı, çalışmalarını alkışladılar. Fakat gözlemlediği olgulara teorik açıklamalar getirebilecek kadar donanımlı değildi. Her mıknatısın, belirli bir uzaklığa kadar yayılan, demir ve diğer bazı madenleri çekme gücüne sahip görünmez bir yörüngeyle ya da güçle çevrili olduğunu iddia etti. Bu alanı tanımlamakta kullandığı dil tuhaftı ama manyetik



alan anlayışını ortaya koymaya yetecek açıklamalar getirebildi. Gilbert, manyetizmanın yerküreye Tanrı tarafından aşılandığını, Dünya tözünün formundan ileri geldiğini söyleyerek bu olguya akılcı bir izah getirmeye çalıştı. Dünyanın formunu paylaşan tüm cisimler -mıknatıs taşı ve demir- manyetik cisimler olarak davranmaktaydı. Gilbert bu formu açıkça tanımlayamadı ama onu dünyanın birincil, radikal ve astral canlılığı olarak adlandırdı. Gilbert Rönesans biliminin düştüğü ikilemlerin tipik bir örneğidir: gözlem ve deneyle iş görülüyordu ve böylece belli etkiler genelleştirilebiliyordu. Bilim, büyünün cazibesinden kurtulmuştu ama bilimsel açıklamaları yasa haline getirecek fizik ya da matematik bir dil mevcut değildi.

Hareketin, ivme, serbest düşme, çarpma gibi değişik yönlerini saptayan Galileo, bu alanda da öncü bir isim olmuştur. Bu kavramları önce deneysel olarak incelemiş, sonra bu kavramlara egemen olan bazı matematiksel ilişkiler tespit etmiştir. Galileo bütünlüklü bir hareket teorisi oluşturamamıştır ama her hareketin değişmez bir hareket ettirici güç gerektireceğini savunan Aristotelesçi kuramı bertaraf etmeyi başarmıştır. Galileo'nun çalışmalarında, bir dış etki tarafından yönü değiştirilmedikçe maddenin belli bir hareket durumunu sürdüreceğini varsayan süredurum ilkesine yönelik bir kavrayış sezilmektedir. Newton da bu ilkeye özel bir önem vermiştir. Galileo'nun etkisi, yazıları vasıtasıyla geniş çevrelere yayıldı ve 1630'larda Praglı Johannes Marci (1595-1667) çarpma ve çarpışma üzerine önemli deneyler gerçekleştirdi. Bulgularını matematiksel olarak formüle edemese de, bu deneyler onu, momentin korunumu ilkesine vardırmıştır. Erken on yedinci yüzyılda deney ve gözlem kendiliğinden egemen olmadı. Özellikle kurulu otorite ve öğretiyle çeliştiğinde insan hatası ya da hile olarak değerlendirildi: Galileo, Jüpiter'in uydularını keşfettiğinde birçok kişi ona inanmamış, kullandığı aletlerin göz yanılmaları oluşturduğu söylenmiştir. Bilimsel aletlerin yetersizliği nedeniyle, deneylerin nasıl yorumlanacağı ve sonuçlarının nasıl ölçüleceği de pek belirgin değildi. Öyle ki, bazı önemli fizik deneyler, William Gilbert'inkilerden yıllar sonra bile, zayıf ve güvenilmez olarak değerlendirildiler.

Ama yüzyılın ortalarında, Almanya'da Otto von Guericke (1602-1686) ve İtalya'da Evangelista Torricelli (1608-1647) hava basıncı üzerine bazı önemli deneyler gerçekleştirdiler. Erken dönem bilimsel resimlerin en meşhurlarından birinde, bir vakumla birleştirilmiş iki yarımküreyi birbirinden ayırmak için beyhude gayret eden iki at grubu resmedilir. Bu resim von Guericke'in hava pompasının etkilerine ve

hava basıncının muazzam gücüne yönelik ilk kanıtıdır. Descartes maddenin uzamı tümüyle doldurduğunu düşünmekte ve boşluğun varlığını reddetmekteydi. Şimdi von Guericke bunun yanlışlığını ortaya koyuyor ve gök cisimlerinin uzay boşluğunda manyetik güçler vasıtasıyla birbirlerine etkide bulunabilecekleri inancını cesaretle dillendiriyordu. Torricelli önemli bir matematikçiydi ama ismi daima barometrenin mucidi olarak anıldı. Emme basma tulumbaların, örneğin Agricola'nın madenler için tasarladığı türden tulumbaların, bir su sütununu ancak belli bir yüksekliğe -yaklaşık dokuz metre- kadar çıkarabildiği uzun süredir bilinmekteydi. Torricelli suyun ancak belli bir noktaya dek yükseltilebiliyor olmasını havanın ağırlığıyla açıkladı ve yaptığı deneylerle bunu kanıtladı. Deneylerinde cıva kullandı çünkü cıva ağır bir maddeydi ve küçük bir miktarı, deneyler için yeterli oluyordu. Cıva sudan on dört kez daha ağır olduğu için, atmosferin bu likit metali 0.65 metre kadar destekleyeceğini düşündü. İnce uzun bir cam tüpü cıvayla doldurdu ve tüpü ters çevirerek, cıvayla dolu bir kasenin ağzına yerleştirdi. Tüpteki cıvanın seviyesi, öngördüğü üzere derhal 0.65 metre civarına oturdu. Torricelli bu seviyenin, belirli aralıklarla, hafifçe arttığını ya da azaldığını gözlemledi. Bu gözlem onu, hava basıncının sabit olmadığı, günden güne değiştiği sonucuna vardırdı. Sonraları Pascal, Puy de Dome'da yaptığı deneylerle hava basıncının deniz seviyesinden yukarı çıkıldıkça düştüğünü ispatladı ve bu olgudan yola çıkarak, Dünyanın atmosferinin, gezegenin etrafını kuşatan sınırlı bir hava okyanusu olduğu sonucuna vardı. (Pascal'ın fizik deneyleri aynı zamanda hidrolik pres prensibini de açığa çıkardı: Eğer tertibatın her iki ucundaki suyun yüzey alanı orantılı ise küçük bir ağırlık, daha büyük bir ağırlığı dengeleyecektir.) Torricelli ve von Guericke henüz birkaç yıl önce mevcudiyetinden kimsenin haberdar olmadığı doğal bir kuvvetin -havanın ağırlığının- ölçümünde başarılı oldular. Ama bu deneyler ne anlama geliyordu? Bu kuvvetin yol açtığı diğer sonuçlar nelerdi? Bu sonuçlar nasıl betimlenecek nasıl ölçülecek ve birbirleriyle nasıl ilişkilendirilecekti? Cevap, Galileo'nun da öngördüğü gibi, matematiğin gelişiminde yatmaktaydı.

Klasik matematik, niceliklerin hesaplanmasında kullanılan aritmetikten ve alan hesaplarında kullanılan geometriden ibaretti. İki alan da statik unsurlarla ilgilenmekteydi. On yedinci yüzyıl bilim adamları fizik kuvvetlerin dünyasını keşfetmeye başlayınca, zaman, konum, güç ve hız gibi dinamik unsurların hesaplanmasına elverecek yeni bir matematiğe gereksinim duyulur oldu. Matematiğin değişimi ve



hareketi analiz edebilmesi için önce dilinin daha güçlü ve esnek hale gelmesi gerekiyordu. Bu süreç on altıncı yüzyılda François Viete'nin (1540-1603) çalışmalarıyla zaten başlamış bulunuyordu. Cebir dilinde büyük gelişmeler sağlayan Viete, denklem unsurlarını göstermekte harflerden yararlanmaktaydı. (Ancak, bugün denklemlerde standart biçimde kullanılan *x* ve *y* harfleri daha sonra kullanılmaya başlanmıştır.) Yine de cebir, semboller yerine hâlâ büyük ölçüde Latince sözcüklerle iş görüyor ve bu durum cebiri içinden çıkılmaz hale getiriyordu. Viete'nin "B5 in A quad – C plano 2 in A + A cub aequatur D solido" şeklinde ifade ettiği bir denklemi biz bugün; $5BA^2 - 2CA + A^3 = D$ şeklinde yazıyoruz.

Aynı derecede önemli bir yenilik de, birden küçük sayıların yazımında Arap rakam sisteminin elverişliliğini fark eden Simon Stevin'in (1548-1620), hesap işlemlerinde büyük kolaylık sağlayan ondalık kesirleri kullanmaya başlamış olmasıydı. Stevin statik biliminde temel keşifler yapmıştı. En ünlü katkısı, eğik düzlemde ağırlığın efektif unsurunun, düzlemin açısıyla doğru orantılı olduğunu keşfetmiş olmasıdır. Bir ara kesit çizgisi boyunca iki kuvvetin birbirlerine eşit olacaklarını ifade eden bu ilke, Stevin'i kuvvetlerin paralelkenarlığı kuralına ulaştırmıştır. Bu kural ve denge durumundaki kuvvetlerin sıfırlanacakları düşüncesi statiğin temeli haline geldi. Stevin gözlemlenip kullanılabilen ama asla analiz edilemeyen fizik etkilere yönelik matematiksel yaklaşımın açık bir örneğidir. Willebrord Snell (1580-1626) kendi adını taşıyan kırılma yasasını formüle etmeyi başardı.




Simon Stevin'in, eğik düzlem ve kuvvetler dengesini gösteren resmi. Dört zincir halkasının soldan aşağıya doğru sarkması sağdaki iki bağlantı tarafından tamamen dengelenir çünkü ikincinin açısı birincinin açısının iki katıdır. Bu durum Stevin'i, kuvvetlerin paralelkenarlığı fikrine vardırdı ve statik biliminin temellerini oluşturdu.

ışığın bir ortamdan diğerine geçerken (havadan suya geçiş, bu olguya klasik bir örnektir) uğradığı sabit kırılma oranını belirledi ve her maddenin kendine özgü bir kırılma oranına sahip olduğunu keşfetti.

John Napier'in (1550-1617) 1614 tarihinde ilk logaritma tablolarını yayımlamasıyla birlikte hesaplama faaliyeti büyük ölçüde kolaylaştı. Logaritmada toplama-çıkarma işlemleri, çarpma-bölmenin yerini aldı. Bir sayının logaritması, belirlenen bir taban sayının, sözkonusu sayıya varana dek kendi kendisiyle çarpımından elde edilir. İşlem, aritmetik bir dizinin geometrik bir diziyle eşleştirilmesi temeline dayanır. Henry Briggs (1561-1630) 10 sayısını taban alarak Napier'in logaritma sistemini daha kullanışlı hale getirmiştir. Örneğin:

| Aritmetik dizi: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Geometrik dizi: | 10 | 100 | 1000 | 10000 | 100000 |

100 x 1000 çarpımı, 2 + 3 = 5 işlemine tekabül eder; 10 taban sayısının 5 üstü, 100.000 sayısını verir. Logaritmik fonksiyon tabloları modern hesap makinelerinin ortaya çıkışına dek matematikçiler için temel hesap araçları olarak kaldılar. Hesap işlemlerini kolaylaştıran bir diğer alet, William Oughtred'in (1575-1660) icat ettiği lineer hesap cetveliydi. Kullanımında bir kez ustalaşıldığında, hesap makinesi kadar iş görüyordu.

1637 tarihinde Descartes, cebir yöntemlerini geometriye uygulayarak matematik bilimine katkıda bulundu. Koordinatlar ya da doğrular-eğriler kuramını, sabit eksenlerle ilişkili hareket eden bir noktanın işlevleri olarak genişletti. Bu yöntem, temel matematik değişim modellerinin yani grafiğin temelini oluşturdu. Descartes, bilinen nicelikleri ifade etmekte *a*, *b* ve *c* harflerini, bilinmeyenleri ifade etmekte *x*, *y* ve *z* harflerini kullanarak cebir dilini basitleştirdi. Dahası, bugün de kullanmakta olduğumuz üst işaretleri sistemini geliştirdi; $x^2$, $x^3$ vs. Analitik geometri özellikle Fransa'da, Descartes'in çağdaşları olan Pascal ve Fermat'la ilerleme kaydetti.

Gilbert ve von Guericke'nin çalışmalarında, deneyin hipoteze öncülük ettiğini görürüz. Stevin ve Torricelli'deyse deney ölçümle birleşir ve matematik yasalarının oluşumuna öncülük eder. Bütün bu bilim adamları, fizik dünyanın yapısını betimlemekte matematiğin, dilden daha başarılı olacağına inanmışlardır. Matematiğin, evrenin yapısını açıklamaktaki başarısını neye yormalı; evrenin öz yapısının matematiksel olmasına mı, yoksa matematiğin doğanın açıklanması için uygun



bir semboller dizisi sağlıyor olmasına mı? Bu soru Pythagoras'tan beri bilinen metafizik bir sorudur ama on yedinci yüzyılın sonunda ivme, çekim, kuvvet, vakum gibi kavramların doğal olguları açıklamakta tek başına yeterli olmadıkları artık anlaşılmış ve fizik araştırmalarında dilin ötesine, matematiğe geçilmiştir.

Bu anlayış matematiksel temellere dayalı yeni bir evren modeli geliştiren Isaac Newton'un (1642-1727) düşüncelerinde doruğuna ulaştı. Newton'un başarıları, fizikte Kopernik sistemine dayalı yeni bir temel oluşturdu. Gök küresi anlayışını ortadan kaldırarak bilimsel devrimin doruğuna ulaşmasını sağladı. Karakteri bakımından Newton yalnız, haşin, bazen fanatik ve son derece alıngan biriydi ama bu nitelikler dehasından ileri geliyordu: Farklı bir insan olduğunu biliyordu. Çocukluğu kasvetli geçmiş ve Cambridge'deki üniversite yıllarına dek tabiat felsefesi ya da matematik gibi konulara hiç ilgi duymamıştı. Sonra Descartes'in matematiğini keşfetti. Kimseden ders almadan, kısa süre içerisinde analitik cebirde çok ileri noktalara vardı. Kalkülüs dilini geliştirerek bu yöntemi geride bıraktı. Çalışmalarını özel olarak sürdürdü ve bulgularını yayımlamadı. Öyle ki, yirmi üç yaşına geldiğinde Newton Avrupa'nın en orijinal matematikçisi haline gelmişti ama diğer düşünürler onun mevcudiyetinden bile haberdar değillerdi. 1665 yılında üniversite veba salgını nedeniyle kapandı. Newton, Lincolnshire kırsalında yaklaşık iki yıl inziva hayatı yaşadı. Hareket ve ışık konusundaki temel düşüncelerinin bir kısmı bu dönemde şekillendi. Bir meyve bahçesinde uyurken başına elma düştüğüne ilişkin hikaye sonraları ortaya çıkmıştır ama doğru olması muhtemeldir. Bu hadise doğruysa, sözkonusu inziva döneminde gerçekleşmiş olmalı.

Newton dairesel hareket ve Dünyanın yörünge hızı gibi temel sorunlar üzerine düşünürken, Dünya yüzeyindeki tüm cisimleri savurabileceğine inanılan merkezkaç kuvvetini hesaplamakta bir yöntem geliştirdi. Huygens 1650'lerde merkezkaç kuvveti üzerine çalışmalar yapmış hatta bu terimi o türetmişti. Ama bulgularını yayımlatmamıştı. Newton, Dünya büyüklüğünde bir cisim için merkezkaç kuvvetinin çok büyük olacağını hesapladı; yine de bir elmanın ağaçtan toprağa düşmesi, bu muazzam kuvvetin başka bir kuvvet tarafından bertaraf edildiğini göstermekteydi. Bu diğer kuvvet nasıl ölçülecekti? Newton uzun bir sarkaç alarak, sarkacın sabit noktadan salınımını saniyede 200 inç olarak hesapladı: bu sayı Dünyanın yüzeyindeki yerçekimi ivmesiydi. Newton, Dünyanın büyüklüğünü, gerçeğe son derece yakın değerlerle hesaplayarak, merkezkaç kuvvetinin, sözkonusu kuvvetin

sadece 1/300'ü olduğunu hesapladı. Bu diğer kuvvete, Latincede ağırlık anlamına gelen *gravite* adını verdi.

Newton, dairesel hareketler yapan ve merkezkaç kuvvetiyle dünyadan uzaklaşmaya çalışan Ayın da yerçekimine tâbi olduğunu varsaydı. Ama bu çekimi nasıl ölçecekti? Ayın merkezkaç kuvvetini hesaplayarak bu rakamı Dünya yüzeyindeki yerçekimiyle kıyasladı ve yerçekiminin Ayın merkezkaç kuvvetinden 4.000 kat daha güçlü olduğunu buldu. Newton, Kepler'in üçüncü yasasının aynı zamanda bir merkezkaç yasası olduğunu, merkezden uzaklaşma gücünün, merkezden uzaklığın karesine eşit olacağını böylece keşfetmiş bulunuyordu. Dünyayla Ay arasındaki uzaklığın, 60 Dünya yarıçapına eşit olduğunu varsayarak, bu oranı 1/3600 olarak hesapladı. Bu oran Newton'un ifadeleriyle, "kendi hesaplarına oldukça yakın bir sonuçtu" ama bir fizik yasasını temellendirmeye yetecek kadar da yakın değildi. Newton bu sorunu bir kenara bıraktı ve yerçekimi yasasını doğru ve tam bir şekilde belirleyebilmesi için yaklaşık yirmi yıl geçmesi gerekti. Ama yirmi dört yaşındaki [gencin] bu inziva dönemi boyunca yaptığı özel çalışmalar, onu Avrupa'daki herhangi bir bilim adamının haberdar olmadığı yeni düşünce alanlarına ulaştırdı.

Newton şimdi dikkatini ışığa çevirmişti. Prizmalarla yaptığı deneyler, renkler üzerine devrimci bir kurama varmasını sağladı. O zamana kadarki bilim adamları ve felsefeciler renkleri beyaz ışığın eklentileri ya da dönüşümleri olarak değerlendirmekteydiler. Newton, siyah fon önüne yerleştirdiği bir prizmanın ardına geçerek, kırmızı-mavi pamuktan bir ipliği gözlemledi. Prizmadan bakıldığında ipliğin düz çizgi olarak görünmediğini, iki rengin eşitsiz biçimde kırıldıklarını ve kırmızının daima yüksekte olduğunu fark etti. Beyaz ışık belirgin bir odak noktasında toplanamıyordu çünkü her rengin odak uzunluğu farklıydı. Işık heterojen bir yapıdaydı ve renkler ışığın bileşenlerine ayrılmasıyla ortaya çıkıyorlardı. Bu düşünceleri doğrulamanın en kesin yolu, renkleri yeniden beyaz ışıkta birleştirebilmek için prizmanın önüne ikinci bir prizma yerleştirmekti. Bu durumda, tahta bir plaka üzerindeki bir yarıkta izole edilen tek bir renk, ikinci prizmadan geçtiğinde bozulmadan kalıyordu. Bu tek renk, türevsel ya da ikincil bir renk olan beyaz ışıktı. Newton teleskop ya da mikroskop merceklerinde görülen kromatik sapma sorununun, kırılma süreçleriyle ilgili olduğunu anlamıştı ve bu güçlüğün üstesinden gelen bir yansıtmalı teleskop yaptı. Bu teleskobu Kraliyet Akademisi üyelerine sunduğunda, buluşu büyük bir heyecanla karşılandı. Işığın gizemli doğasına gelince; Newton ışığın çok küçük



parçacıklardan meydana gelen fizik bir gerçeklik olduğu genel kabulüne sadık kaldı. Danimarkalı astronom Ole Romer 1676 yılında ışığın sınırlı bir hızla hareket ettiğini gösterdiğinde bu inanç dikkat çekici biçimde kanıtlanmış oldu. Romer, Jüpiter'in uydularında görülen tutulmaların, gezegen Dünyaya yaklaşıp uzaklaştığı için öngörülen süreden önce ya da sonra gerçekleştiğini gözlemleyerek bu sonuca ulaşmıştı. Işığın hızını saniyede 140.000 mil* olarak hesapladı. Bu rakam doğru değerden %25 daha düşüktür.

Newton 1671 yılında teleskopunu Akademi'ye tanıttığında ilk kez toplum karşısına çıkmış oldu. Veba yıllarından sonra Cambridge'e geri dönmüş ve matematik kürsüsüne atanmıştı ama üniversite camiasında hâlâ tanınmıyordu. Araştırmalarını yayımlayıp diğer bilim adamlarıyla mektuplaşmaya başladığında bir dizi eleştiriyle boğuşmak zorunda kaldı. Bu eleştiriler onu anlamsız bir öfkeye ve gönüllü inzivaya sürükledi. Çağdaşlarının sorgulama ve eleştirileri nedeniyle Newton bir kez daha gezegenlerin hareketleri meselesine döndü ve astronomiyle fizik arasında büyük bir sentez yaptı. Newton Cambridge'de dünyadan soyutlanmış biçimde çalışırken, dönemin en seçkin bilim adamları olan Halley, Wren ve Hooke Londra'da buluşuyor, birçok meselenin yanı sıra gezegenlerin hareketleri üzerine de tartışıyorlardı. Bu tartışmalar sonunda, Kepler'in üçüncü yasasıyla gezegenler arası çekim arasında sezgisel bir bağlantı kurmuşlardı. Üstün bir zekâ ve ikili ilişkilerde usta ve sıcakkanlı bir insan olan Edmond Halley'in (ki Newton'la bile bir kavgası olmamıştır) 1684 yılında Cambridge'e gittiğine, orada Newton'a "eğer bir gezegenin Güneşe doğru çekilim gücü, gezegenin güneşten uzaklığının karesine eşitse bu durumda gezegenin yörüngesinin ne olacağını" sorduğuna ilişkin bir hikaye anlatılır. Newton yörüngenin elips olacağını derhal söyleyivermiştir. Halley sevinçten, şaşkınlıktan ne yapacağını bilememiş ve Newton'a bunu nasıl bilebildiğini sormuş. Newton hesapladığını söylemiş ve kanıtı kendisine göndereceğine söz vermiş. Bu kanıt Newton'un, 1687 yılında yayınlanan ve yeni bir fiziksel kozmos teorisi sunan *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (*Doğa Felsefesinin Matematik İlkeleri*) isimli eserinde mevcuttur. Descartes gibi Newton da fiziksel açıklamalarla ilgilenmiştir ama mekaniği Descartes'inkinden köklü biçimde farklıdır. Çünkü bir hipotez ya da mantık zinciri değildir, cisimlerin hareketlerine yönelik nicel betimlemeleri matematiksel dille ifade etmiştir. Newton önce yeryüzündeki hareketi anlatmaktadır. Bunun için bazı

* 140.000 mil: 225.308 km

orijinal ve temel terimler belirlemiştir: kuvvet, kütle, süredurum, merkezcil kuvvet vs. Bu terimler dinamik bilimi için bir dil oluşturmakta ve Newton'un analizlerine önemli bir giriş sağlamaktadır. Newton bu terimlerden yola çıkarak üç klasik hareket yasası formüle etmiştir: Bir cisim, bir dış kuvvet tarafından durumunda herhangi bir değişiklik meydana getirilmediği sürece hareket halinde kalır; cismin hareketinde meydana gelen değişim, cisme etki eden kuvvetle doğru orantılıdır; her hareket eşit güçte ve karşıt bir tepki doğurur. Newton kütleyi, hızı ve bir cismi çizgisel hareketten dairesel ya da eliptik harekete çevirmek için gereken kuvveti hesaplamakta bu yasalardan istifade etmiştir.

"Felsefenin ilkelerini saptadım", diye yazar Newton, "Bu ilkeler felsefi değil matematikseldir... Bu ilkeler yasalardır; belli hareketlerin, güçlerin ve kuvvetlerin koşullarıdır... Aynı ilkelerden yola çıkarak şimdi Dünyanın düzenine bir çerçeve çiziyorum." Newton daha sonra gök fiziğine döndü ve belirlediği dinamik yasalarını gök cisimlerine uyarlayarak Dünyada hüküm süren fizik ile gök fiziği arasındaki, antik dönemlerden kalma varsayımsal ayrımı bir daha geri dönmemecesine ortadan kaldırdı. Newton, Kepler'in üçüncü yasasını kullanarak, gezegenler güneşten uzaklaştıkça onları yörüngelerinde tutan kuvvetin de (bu kuvveti "merkezkaç kuvvet"e karşıt olarak "merkezcil kuvvet" olarak adlandırıyordu) azaldığını keşfetti. Newton, Greenwich'te kraliyet astronomu olarak çalışan Flemsteed'den Ayın ve gezegenlerin konumlarına ilişkin bazı kesin veriler elde etti. Bu veriler, Güneş sistemindeki bütün hareketlerde aynı ilkelerin işlemekte olduğu düşüncesini destekler mahiyetteydi. Newton nihayet evrensel çekim yasasını genelleştirebilecek duruma gelmişti; Evrendeki her madde parçacığı, toplam kütlesiyle doğru, aradaki mesafeyle ters orantılı bir kuvvetle, diğer tüm madde parçacıklarıyla karşılıklı çekim içindedir. Gökyüzündeki hareketlere ilişkin tüm tarihi teoriler –Aristoteles'in sabit kuvveti, Descartes'in çevrintileri artık geçersizdir ve yerini uzaktan etki anlayışına dayalı, süredurum yasasıyla işleyen bir sisteme bırakmıştır. Çevrinti anlayışının temelsiz ve imkânsız bir görüş olduğu kanıtlanmıştır çünkü çevrintiler kendiliğinden bir enerji kaynağına sahip değillerdir, kendi kendilerine dağılıp gideceklerdir.

Newton'un en dikkat çekici özelliği fizik alanındaki sezgisel kavrayışıdır. Daha önce kimsenin el atmadığı bakir alanlarda hocasız, kılavuzsuz yol almıştır. Karmaşık problemlerin kalbine nüfuz edebilmekte, çok değişkenli problemleri hatasız biçimde kavrayarak çözüme kavuşturabilmektedir. Bunları yaparken matematiksel kanıtlarını üst düzey bir dikkatle hazırlamaktadır. Beethoven kendisine verilen ilham-



la müzikal temalarını en kusursuz biçimlerine kavuşturmak için nasıl dinmek bilmeden çalışmışsa, fiziğin ilham perileri de Newton'a parlak bir deha bahşetmiş. Newton da günlerini gecelerini hesap işlerine adayarak bu ilhamın bedelini ödemiştir. Birçok bilimsel keşif aslında kaçınılmaz olmuştur. Galileo Jüpiter'in uydularını keşfetmemiş olsaydı, kuşkusuz bir başka gözlemci onları er ya da geç keşfedecekti. Ama Newton'un başardığı fikri sentez, kendi dönemi için eşi benzeri olmayan bir başarıydı. Bir başkasınca gerçekleştirilemeyebilirdi. Newton olmasaydı bilim tarihinin gidişatı tamamen farklı bir istikamette olabilirdi. Şaheseri hayranlıkla karşılandı ve insanoğlunun düşünsel kavrayışında bir değişim olarak derhal benimsendi. Fakat bu hayranlık katıksız bir hayranlık değildi. Çünkü Newton'un uzaktan etki ilkesi herhangi bir mekanizmden çok daha gizemliydi. Dekartçı felsefe okulu, mesela Leibniz ve Huygens gibi büyük düşünürler, Newton'u mekanist felsefenin bilimden sürdüğü okült kuvvetleri yeniden canlandırmakla suçladılar. Newton'un, gravite kuramını ortaya atmak hatasına neden düştüğünü anlayamadıklarını yazdılar. Bu tepki, Newton'un gravitasyon anlayışının tüm büyük bilimsel devrimler gibi epistemolojik temele dayanıyor olmasından kaynaklanmaktaydı. Newton'un kitabına verdiği başlığın önemi de buradadır: Descartes'in mekanist bilimi, varsayımsal yapı ve bağıntı zincirleriyle iş görürken, uzaktan etki ve gravite anlayışı matematiksel analize dayanıyor ve bu büyük kuvvetlerin kökenine ya da doğasına ilişkin bir varsayım önermiyordu. Ortaya koyduğu soru ve sorunlar ancak yeni bir dil, yeni bir perspektif ve yeni bir açıklama standardıyla cevaplandırılabilirdi. Yine de yaklaşıldıkça uzaklaşan ufuk çizgisi gibi, bu yeni dilin bile üstesinden gelemediği yepyeni sorunlar doğuverdi. Matematik, Newton'a, yerçekiminin evrenselliğine ilişkin kanıtlar sağlıyordu ama yerçekiminin gerçekte ne olduğunu açıklayamıyordu. Newton'un kendisi de yerçekimini açıklayabilmekte ama ne olduğunu belirleyememekteydi. Güneş sisteminin, kendi mükemmel kütle ve uzaklık dengesini nasıl edinebildiğini de açıklayamadı. On yedinci yüzyılda olduğu gibi bugün de yerçekimi olgusunu, sonuçları vasıtasıyla biliyoruz, fiziksel bir gerçeklik olarak değil.

Newton kendi çağı için anıtsal bir düşünürdü ama kuşkusuz İngiltere'deki zengin bilimsel canlanmanın parçasıydı. Bu canlanma Kraliyet Derneği'nin (Royal Society) ortaya çıkışıyla doruğuna ulaştı. Newton'un *Principia*'sının basımında çok önemli bir rol oynayan Edmond Halley (1656-1742) güney yarımkürenin yıldız haritasını çıkarmak üzere St. Helena Adası'na bir seyahat gerçekleştirmiş, bu seyahat neticesinde denizcilere eşsiz yardımları dokunan, manyetik

değişimleri de içeren ilk deniz haritasını derlemiştir. Adı daima 1682 yılında gözlemlenen kuyruklu yıldızla birlikte anılmıştır. Bu kuyruklu yıldızın izlediği yola ilişkin saptamaları gerçeğe öylesine yakındır ki, yıldızın 1531 ve 1607 yıllarında kaydedilen kuyruklu yıldızların ta kendisi olduğunu ve 1758 yılında tekrar görüneceğini saptayabilmiştir. Bu olay Newtoncu astronominin zaferi olarak görüldü ve kuyruklu yıldızlara ilişkin batıl inanışları, korkuları sona erdirdi. Halley, yıldızların sabit olmadıklarına, kendilerine has yörüngelerinde hareket ettiklerine ilişkin ilk kanıtı sağlamış oluyordu. Batlamyus'tan bu yana yıldız kataloglarında ortaya çıkan çelişkiler, başka biçimde açıklanmalarını gerektirecek kadar vahim bir hal almıştı. Halley yıldızların hareketlerini ölçemedi ama on dokuzuncu yüzyılda yıldızların hareketli cisimler oldukları varsayımı deneysel olarak doğrulandı.

Kraliyet Derneği'nde, gelecekteki etkileri bakımından Newton'dan sonraki en önemli düşünür, fizik alanında orijinal bir deney adamı olan ve kimyaya yönelik rasyonel bir yaklaşım geliştiren Robert Boyle (1627-1691) idi. Onyedinci yüzyılda kimya üzerine çalışmalar aktif şekilde sürdürüldü. Kitabî ya da deneysel veriler toplanmaya devam edildi. Ama bu verileri bütünleyecek genel bir teori ya da kavramsal bir çerçeve mevcut değildi. Kimyanın ikiz ataları olan simya ve metalurji, gizemli işlere eğilimliydi. Uygulamacıların kişisel ve karmaşık metafizik sistemler geliştirebilmelerine elveriyordu. Jan Baptista van Helmont (1579-1644) bu duruma tipik bir örnektir. Çünkü bir yandan deney sahasında başarılar elde etmiş, diğer yandan keşiflerini, Paracelsus'unkini hatırlatan mistik bir dile bürümüştür. Van Helmont, yanma ve fermentasyon üzerine gerçekleştirdiği bazı deneyler neticesinde atmosferik havadan ayrılan gazların varlığını kabul etti. "Gaz" sözcüğünü de o buldu (bu sözcüğü *kaos* sözcüğünden türetmiştir). Dört klasik elementi ikiye indirmiş -hava ve su-, suyu maddenin temel unsuru olarak kabul etmiştir. Bu düşüncesini kanıtlamak için bir söğüt fidanıyla meşhur bir deney gerçekleştirmiştir. Fidanı beş yıl boyunca suda bekletmiş, ağırlığındaki artışın, toprakta yetişen bir söğüt fidanından daha fazla olduğunu gözlemlemiştir. Bu hadise, uygun bir kavramsal çerçeveye oturtulmadığı takdirde bir deneyin ne kadar yanıltıcı olabileceğini göstermektedir. Van Helmont da, bütün kimya süreçlerinde spiritüel ilkelerin işlediğine inanmaya eğilimli biri olarak, simya tutkusunun kurbanı olmuştur. Mesela bir madde ateş tarafından gaza dönüştürüldüğünde, aslında ateşin sadece dünyevi şekli değiştirdiğini, maddeyi saf özüne, spiritüel formuna geri döndürdüğünü düşünüyordu.



Van Helmont'un kullandığı dil, Boyle'un ısrarla kaçındığı bir dildi. Boyle, nitel betimlemelerin yerine mekanik ilişkileri koyuyordu. Fizik deneylerle işe başladı. Richard Hooke'un yardımıyla, oldukça gelişmiş hava pompaları yaptı ve bu pompalarla vakumun özelliklerini sınadı. Havasız bir ortamda solunumun imkânsız olduğunu gösterdi. Havasız bir ortamda sesin iletilemeyeceğini, hafif nesnelerle ağır nesneler arasında bir fark kalmayacağını, birçok maddenin ve hatta sülfürün yanmayacağını saptadı. Bunlar önemli bulgulardı ama Boyle solunum ya da yanma olayında havanın sadece bir ögesinin gerekli olduğunu göremedi. Bu gerçek, sadece birkaç yıl sonra John Mayow (1641-1679) tarafından kanıtlandı. Boyle, U biçiminde bir tüpe cıva doldurdu. Tüpün kapalı ucunda bir miktar hava sıkışmış bulunuyordu. Bu tüple yaptığı deneyler sonunda, kendi adını taşıyan kuralı kanıtladı. İbre 59 inçi ya da iki atmosferi gösterene dek tüpün açık ucuna cıva ekledi ve kapalı uçtaki havayı iyice sıkıştırdı. Boyle hapsedilmiş havanın özgün hacminin yarı yarıya büzüldüğünü ve bunun geriye çevrilebilir bir sıkışma olduğunu keşfetti. Bir gazın ya da havanın hacmi, üzerine uygulanan basınçla ters orantılı olarak büzülüyor, uygun bir ortamda süreç bu kez tersten işliyor ve gaz (ya da hava) genleşiyordu; havanın esnek bir yapıda olduğu böylece gösterilmiş oldu. Boyle havanın bu vasfını "elastikiyet" (spring) olarak adlandırdı. 1661 tarihli *Sceptical Chymist* (*Şüpheci Kimyager*) adlı eserinde –ki bu eserin başlığı önemlidir- Boyle simyanın karanlıklarına, klasik dört element öğretisine ve Paracelsus'un üç ilkesine saldırdı. Dört elementin hiçbirinin, maddenin karmaşık yapısından yalıtılamayacağını iddia etti.

> *Şimdi "element" sözcüğüyle kastettiğim şey, başka herhangi bir cisim tarafından meydana getirilmemiş ya da birbirlerini meydana getirmemiş ilk ve temel parçacıklardır. Bunlar mükemmel karışımlar haline gelerek sonradan çözünebilecek bireşimler oluştururlar ve maddenin içeriğini meydana getirirler.*

Bu sözlerle ifade edilen düşünce, modern element anlayışına çok yakındır. Boyle, kimyasal tepkimeleri açıklamakta aslında bir tür atomizm benimsemiştir ancak bu atomizm henüz nicel temellerden mahrumdur. Boyle, maddenin temel parçacıklarını nicel betimlemelerle değil, farklı şekil ve niteliklerle açıklamaktaydı. Bu anlayış uyarınca, asit parçacıkları sivri uçluydu ve bu durum asidin keskin tadını ya da diğer maddeleri çözündürme özelliğini açıklamaktaydı. Yağlar pürüzsüz parçacıklara, tuzlar ve metallerse kristal şeklinde biraraya

gelen geometrik biçimli parçacıklara sahiptirler. Bu parçacık kuramı, özellikle Dekartçı mekanizme uygulandığında etkili sonuçlar doğuruyordu. Çünkü maddenin ağırlık, renk, koku vs. gibi ikincil özelliklerini açıklayabilmekteydi. Eğer parçacıkların nitelikleri bilinebilirse, tüm maddi tözlerin işleyişleri anlaşılabilirdi. John Locke "Gümüşün *aqua fortis*[5] içinde, altınınsa *aqua regis*[6] içinde çözünmesi ve bunun tersinin olmaması olgusunu anlamak, bir anahtarın neden bir kilidi açıp diğerini açmadığını anlamak kadar kolaydı" diye yazıyordu. Atomik parçacıkların fiziksel niteliklerine yönelik bu vurgu bir çıkmaz sokak gibi görünebilir ama Boyle, gerçekleştirdiği rasyonel çalışmalarla kimyayı simya hayallerinden kurtarmış ve bu disipline yeni bir gidişat kazandırmıştır. Yine de kimyanın rasyonel temellere oturabilmesi için daha uzun yıllar geçmesi gerekecektir. Simya yeni bilimsel anlayışın en büyük akademilerinde bile hâlâ yaygın kabul görüyordu. Boyle, metallerin dönüşümünün imkânsızlığını hiç değilse prensipte kabul etmiyordu. Bu alanda yıllarca ve yoğun biçimde çalışmış olmasına rağmen Newton bile simya için sağlıklı bir teorik çerçeve oluşturamamıştı.

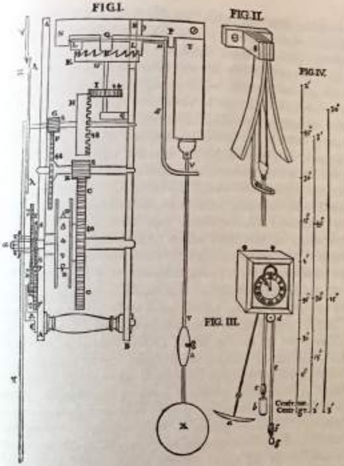
### Bilim, Kültür ve İnanç

On yedinci yüzyılda sadece bilim değil, bilimin sosyal bağlamı ve bilimsel düşüncenin statüsü de değişime uğradı. Bu süreç, Aristotelesçi bilimle resmi bir evlilik gerçekleştiren üniversiteler vasıtasıyla değil, birbirleriyle yazışarak ve nadiren de olsa buluşup fikir teatisinde bulunarak "görünmez akademiler" oluşturan özel düşünür gruplarınca yürütüldü. Bu grupların bilinen ilk örnekleri 1580'lerde della Porta öncülüğünde İtalya'da kurulan "Doğanın Sırları Akademisi" ve 1603 yılında Roma'da kurulan ve Galileo'nun da üyesi bulunduğu "Vaşaklar Akademisi"dir (bu ad, vaşağın meşhur keskin gözleri nedeniyle verilmiştir). Vaşaklar, liderleri Prens Federico Cesi'nin ölümü ve Galileo'nun kovuşturmaya uğraması sonucu Kiliseyle tehlikeli bir çatışmaya girmemek için 1630 yılında dağılmıştır. 1630'ların Paris'inde Marin Mersenne; Descartes, Pascal ve van Helmont gibi isimleri bir salonda buluşturarak ağırlamış, yeni düşünce ve keşiflerin paylaşılması için Avrupa genelindeki doğa felsefecileri arasında bir mektuplaşma faaliyeti yürütmüştür. Mersenne'in kurduğu, Academia Pariensis olarak adlandırılan bu grup,

5 Nitrik asit, kezzap. "Ağır su" da denir. (ç.n.)

6 Nitrohidroklorik asit, altın, platin eritmekte kullanılır. "Altın suyu" da denir. (ç.n.)






Christian Huygens'ın 1673 tarihli sarkaç saati. Galileo bir sarkacın esrarengiz salınımlarını fark etmiş ve zaman ölçümündeki potansiyelini görmüştü ama sarkaç saatinin mucidi Huygens oldu ve bu yeni saatin ağırlık temelli saatlere üstünlüğü ispatlandı.

Londra'daki Kraliyet Derneği'nin kuruluşundan sadece altı yıl sonra (1666) Paris'te kurulan Academie Royale des Sciences'in nüvesini oluşturmuştur. Ama bu gelişmelerden önce Londra'daki Gresham Koleji, hukuk ve teoloji gibi geleneksel disiplinlerin yanı sıra denizcilik, madencilik ve mühendislik gibi alanlardaki fizik-matematik uygulamalar üzerine dersler başlatarak 1598 yılına dek yeni bilimin odağı olmuştu. 1660'tan sonra Kraliyet Derneği, İngiltere'nin en seçkin bilim adamlarının –Wren, Halley, Boyle, Hooke ve Newton– buluşma yeri haline gelmekle kalmamış, Huygens, Leibniz ve Leeuwenhoek gibi yabancı bilim adamlarını da etkilemiştir. Mütevazı bir kitapçı ve

matematikçi olan John Collins, derneğin kuruluşunu takip eden on dört yıl boyunca, Mersenne'in Fransa'da gördüğüne benzer bir işlev görmüş, İngiltere, Hollanda, Almanya ve İtalya'daki bilim adamlarını biraraya getirerek derneğin yarı resmi yöneticisi olmuştur. Bu derneğin hemen ardından Hollanda, Prusya ve İsveç'te başka önemli akademiler kuruldu. Bilimsel makalelere yer veren süreli yayınlar, düşünce ve bilgilerin paylaşımında özel yazışmaların yerini aldı. Kraliyet Derneği'nin çıkardığı; *Philosophical Transactions* türünden yayımlar genel bir bilgi anlayışının ve bilimsel düşüncede uzlaşının sağlanmasına ön ayak oldular. Böylece bir bilimcinin çalışmaları diğerince temel alınabiliyor ya da diğer düşünürlerin tepkisini çekebiliyordu. On yedinci yüzyıl biliminin büyük isimlerinden pek azı üniversite hocasıydı. Servet ve nüfuz sahibi insanların himayesi altında yaşıyorlardı. Üniversitede kürsü sahibi olsalar da, yeni bilim onların öğretmenlik faaliyetine pek az yansıyacak, belki hiç yansımayacaktı: Mesela Newton, Cambridge'deki öğrencilerine kalkülüs ya da yerçekimine dair hiçbir şey öğretmemiştir.

Bu akademilerin mevcudiyeti, doğa felsefesine ilişkin antik çalışmaların kapsamının, bir bilgi yekunu olarak büyük ölçüde genişlediğini, bir meslek haline geldiğini ve kendini ifade etmek arayışına girdiğini göstermektedir. Bu kendilik bilinci, Galileo, Newton ve diğerlerinin sıkça tartıştıkları mevzulardan biri olmuştur: Yeni bir entelektüel alan şekillenmektedir ve bu alanın öncülüğünü yapan isimler bu süreçteki rollerini ve otoritelerini belirlemek kaygısına düşmüşlerdir. Bilimsel devrimler çağı sona yaklaşırken, geçmişe ilişkin sorunların en zorlusu, bilimsel düşüncenin statüsünün ne ölçüde değiştiğine karar vermekti: İnsanların bilime yönelik kavrayışı, içinde yaşadıkları dünyayı yeniden yorumlamalarına yol açacak noktaya erişmiş midir? Matematiğin, fiziğin, deneyin ve ölçümlemenin dili, doğanın işleyişi hakkındaki geleneksel inanışların sorgulanmasını beraberinde getirmiş midir? Bilim, geçmişteki geleneksel inanışlarla rekabet edebilecek şekilde bir otorite hüviyeti elde etmiş midir?

Bilimin, Hıristiyanlığın yerini aldığı ve Avrupa medeniyetinin yeni egemen gücü olduğu iddia edilir ve bu sürecin başlangıçlarını onyedinci yüzyılda aramak doğaldır. Ama bu görüş kolay savunulabilecek bir şey değildir çünkü bazı karşıt gerçekler vardır. Bir kere, tuhaf gelecek ama, onyedinci yüzyıl büyük bir teknolojik yenilik çağı değildir. Teleskop ve mikroskop, devrim mahiyetinde aletlerdi ama bu aletlerin araştırmacıya sağladığı güç pek az kişi tarafından anlaşılmıştı. Belki en çok hayranlık doğuran icat, Christian Huygens'in (1639-1696) sarkaç saatiydi. Galileo sarkacın ilginç mekanik özelliklerine dikkat çekmiş



ve bir sarkaç saatini hiç değilse teorik düzeyde önermişti. Ama onun görüşlerini teoriden pratiğe geçiren isim Huygens oldu. Bu istisna bir tarafa, kuvvet, taşımacılık ya da mühendislik gibi alanlarda teknolojik bir değişimin gerçekleşebilmesi için uzun süreler beklemek gerekecekti. Bu yüzden yeni bilimsel anlayışın etkileri sınırlı oldu. İkincisi; Hıristiyanlık dini, bütün fikri alanlarda en yüksek otorite olarak kabul ediliyordu. Bu yüzden herhangi yeni bir bilgi ya da inanç sistemi dini öğretiler karşısında ölçülü olmak zorundaydı. Bu dönemde bilim ve dini inanç arasında kuvvetli bir mücadele olduğunu söylemek mümkün değildir. Protestanlık, bireysel vicdanı, kişinin yargı gücünü ve Tanrı ile kişisel bir münasebeti desteklemekteydi. Ama bilimsel devrim Katolik İtalya'da ve Fransa'da gelişebildi ve bilimle Kilise arasındaki sürtüşme astronomiyle sınırlı kaldı. Matematik, biyoloji ve kimya teolojik bakımdan nötr konumda idiler. Malebranche gibi Katolik teologlar, Dekartçılığı dinle öyle başarılı bir şekilde uzlaştırdılar ki Dekartçılık bir süre, Aristotelesçilik kadar güçlü bir ortodoks inanç haline geldi. Bilimin, kuzeydeki Protestan ülkelerde –İngiltere, Hollanda ve İsveç- iyice kökleştiği doğrudur. Ama Fransa ve İtalya da önemli bilim adamları yetiştirmekten geri kalmadı. Fransa'da jeodezi, haritacılık, taşımacılık ve ticaret gibi alanlarda, bilime, İngiltere'de hiç verilmediği şekilde devlet desteği verilmekteydi. Üçüncüsü; bilim adamları, kendi bireysel yazılarında, çalışmalarına din temelli dünya görüşü içinde bir yer açmak için büyük gayret sarf ediyorlardı. Galileo bile daima dindar bir Katolik olarak kaldı. Ayinlere katılabilmek için sık sık göz hapsinin esnetilmesini talep etti. Kepler mistik yaradılışta bir adamdı, evrende Yaratıcı'nın parmağını arayıp durdu. John Napier'in, enerjisinin büyük bölümünü dini tartışmalara, Katolikleri, ateistleri ve tarafsızları yok etmeye, din düşmanlarını ortadan kaldıracak savaş makineleri tasarlamaya ve dünyanın sonuna ilişkin hesaplamalara hasrettiğini öğrenmek şaşırtıcı gelecektir. Boyle yurt dışındaki misyonerlik faaliyetlerini destekledi ve 1690'da, *The Christian Virtuoso* isimli çalışmasında doğaya yönelik bilimsel araştırmanın dini bir ödev olduğunu savundu. Newton'un bu konudaki durumu hepsinden daha belirgindir. Ortodoks dini öğretilere karşı olmasına rağmen ateşli bir dindardı. Matematik ve optiğe değil ama teoloji ve *İncil* çalışmalarına uzun yıllar sarf etti. Teslis inancı ve *İncil* kronolojisi üzerine, ölümünden yıllar sonra yayımlanan çalışmalar kaleme aldı. Ateşli bir teslis karşıtıydı. Kurulu kilise düzenini sahtekârlık olarak görüyor ve horluyordu. Büyük ölçüde rasyonel kişisel bir din geliştirmişti. *Süleyman'ın Bilgeliği* isimli eserinde, Tanrı'nın her şeyi "sayı, ağırlık ve ölçüyle yarattığını" söyler. Doğanın hiçbir şeyi

gelişigüzel yapmayacağına, düzen, güzellik ve kurallılıkla iş göreceğine ve bu düzenin, doğanın her yerinde görülebileceğine inandı.

Sözünü ettiğimiz bilim adamlarının ve diğer birçoklarının, keşiflerini dinî bir çerçeveye oturtabilmelerini sağlayan başlıca kavram "doğa kanunları"dır. Genel anlamda düşünüldüğünde bu kavram Batı için yeni değildi, kökleri Ortaçağ natüralizmine, Tanrı'nın dünyayı doğal bir mekanizm ve doğal nedensellik zinciriyle idare ettiği inancına dayanıyordu. Newtoncu çağda yeni olan şey, bu mekanizmin kuvvet, hız, denge ve oran gibi kavramlar vasıtasıyla, kesin matematik bir dille ifade edilebileceği inancıydı. İki kitap –Doğa ve *İncil*- öğretisi, antik öğretileri çağrıştırır ama doğa kitabı artık genel akıl yürütmeyle değil, daireler, elipsler, üçgenler, formüller ve ilişkilerin matematiksel analiziyle anlaşılacaktır. Newton da Kepler gibi, yaratıcının evrenin temelinde inşa ettiği uyumun, ancak matematiksel dille açığa çıkarılabileceğine inanıyordu. "Doğa yasaları" bu uyumun ifadesiydi. Bu kavram *Tekvin* kitabında bahsi geçen ilâhî yasaları, belki de bilinçli olarak çağrıştırıyor ve bilimle din arasında paralellik sağlıyordu. Hareket, optik, basınç, yer çekimi yasaları... Bunların tümü de on yedinci yüzyılın, matematiksel formüllerle ifade edilebilen, büyük keşifleriydi. Bunlar evrendeki tasarım ve düzenin, üstün bir yaratıcının mevcudiyetinin kanıtları olduğunu savunan rasyonel teolojiye rağbeti artırdılar. Huygens'in geliştirdiği sarkaç saati doğadaki tasarımın modeli haline geldi. Evren gibi muazzam büyüklükte ve karmaşıklıkta bir mekanizmayı rasyonel bir Tanrı'ya başvurmaksızın düşünebilmek imkânsız görünüyordu. Dekartçı düşünürler bu mekanizmayı nispeten basit biçimde tasavvur ettiler, Newtoncular ise daha ince bir biçime soktular. Ama mekanizm inceldikçe yaratıcının gücü daha bir gizem kazandı. Bu tarz bir doğal teoloji gelecekte daha zengin biçimde ortaya çıkacaktı. Deneysel model, teolojik yazarlar tarafından da kopya edilmeye başlandı: İnsanlar, dünyanın karmaşıklığı ve düzeni hakkında tarafsız şekilde düşünmeye ve onu kaynaklarına –ki bu konuda tek bir kaynak mevcuttu- indirgemeye davet edildi.

Bu kozmik mekanizm görüntüsünü şekillendiren başlıca bilimler elbette astronomi ve fizikti. Bu alanlarda muazzam mesafeler kat edildi. Aslında bilimsel devrim kendisini, yine kendi terimleriyle belirlemekteydi. Biyolojik bilimlerin gelişebilmesi için daha çok veriye ihtiyaç vardı; kimya ve jeoloji karanlıktan henüz kurtulamamıştı. Bu iki alanda henüz bir ufuk belirmemişti ve en temel konularda bile bir uzlaşma mevcut değildi. Bu dönemde bilginin tamamen dünyevileştiğini iddia edebilmek mümkün değildir. Çünkü bilimin elde ettiği otorite gücü, başlıca bilim adamları tarafından dinî inancı kuvvetlendirmekte kulla-





Bilim modası. Şık bir çift gezegenler astronomisini tartışıyor. Geç onyedinci yüzyılda kültürlü insanlar arasında teleskop ve mikroskopla yapılan keşiflerden bîhaber olan pek az insan vardı. Jüpiter ve Satürn'ün uydularına ve gündüz ve gecenin tüm gezegenlerde temsiline dikkat edin. Fontenelle'in *Entretiens sur la pluralité des mondes*'inden 1686.

rıldı. Bilim kendisine bir dil geliştirdi, doğrudur. Bu dil, bazı açılardan son derece güçlü ve teknikti ama hâlâ dinî dünya görüşü bağlamında uygulanıyordu ve hiçbir meydan okumaya uğramaksızın uzun yıllar da öyle kaldı. Matematik, Dünyayı analiz etmekte ve ölçümlemekte bir araçtı ama Dünyanın gerçekte ne olduğuna ilişkin hiçbir açıklama sağlayamıyordu. Gökyüzünde gerçekleşen tutulmalar esnasında neler olup bittiği, kalbin nasıl işlediği, gezegenlerin paralakslarının nasıl ölçüleceği ya da makaranın işleyişi sözkonusu olduğunda bilgi tamamen dünyevîleşiveriyordu. İnsanlar *İncil*'i ya da din adamlarını sorgulamıyordu: Yeni bilimin ortaya koyduğu sorular yeniydi, dil yeniydi ve bilim henüz dünyayı dönüştürmeye başlamamıştı.

Neden bilimsel devrimin ortaya çıkması için bunun gerçekleştirilmesi gereksin? Neden bilimsel devrim Avrupa'da gerçekleşmiştir de yakın bir geçmişe dek Avrupa'dan çok daha ileri bir seviyede olan İslâm ya da Çin düşüncesinde gerçekleşmemiştir? Bu devrimin koşulları on beşinci yüzyılın sonlarında, dünyanın gerek coğrafi gerek estetik bakımından yeniden keşfi ile ortaya çıkmıştır. Ancak bu keşif, daha sonraları, on yedinci yüzyılda düşünsel bir boyut kazanmıştır. Keşifler çağının denizcileri eski, klasik dünyayı keşfetmekteyken, düşünürler, felsefe ve bilginin antik formlarını sorguluyor, reforma tabi tutuyorlardı. Sonunda bu formlar tamamen terk edildi. Skolastikliğe, nitelik ve amaca ilişkin soyut kuramlar artık tatmin edici gelmiyordu. Yeni bilim, gerçek dünyaya ilişkin doğrulanabilir, test edilebilir orantılar formüle etmek arayışındaydı. Bacon'un, eski dünyanın sınırlarının ötesine seyahat eden gemi resmi, bu yeni arzunun ifadesidir. 1490'larda Dünya haritasının yeniden çizilmesinden bir yüzyıl ya da daha uzun bir süre sonra, yeni bilimin ortaya çıkışına kadarki uzun süre içerisinde, "matematik dili" dediğimiz o önemli alet gelişti. Onsuz nicel yasaları ifade edebilmek hatta kavrayabilmek mümkün olamazdı. Denizcilik alanındaki ihtiyaçlar, matematiğe hem fikrî alanda hem de siyasi ve malî alanda somut hedefler belirleyerek, bu bilimin gelişiminde teşvik edici bir rol oynadı. Bu nedenle, 1490-1520 yılları arasında gerçekleştirilen yeni coğrafi keşiflerin Batı biliminin gelişiminde öncü bir rol oynadığını söylemek mümkündür. Bu keşiflerin önemi bazen görmezden gelinse de, gerek kuramsal gerek teknik bakımdan Avrupa düşüncesine etkileri ortadadır. Onbeşinci yüzyılın diğer gelişmiş kültürleri, İslam ve Çin uygarlıkları, bu gelişmeyle kıyaslanabilecek bir deneyim yaşamamışlardır. Avrupa bilim ve teknolojisindeki gelişmeler zinciri, Tycho ve Newton arası bilimsel yenilikler çağında ilk kez ifade edilen, doğaya ve insanın doğayla ilişkisine dair yepyeni bir görüş olarak tanımlanabilir.



Altıncı Bölüm

# Onsekizinci Yüzyıl: Ara Dönem

*İyi bir ansiklopediciyim*
*Doğru nedir, yanlış nedir bilirim*
*Diderot'um ben, iz üstündeyim*
*Her şeyi bilirim ama hiçbir şeye inanmam.*
Denis Diderot

## Newtonculuk Haklı Çıkıyor

Newton, Galileo'nun öldüğü yıl olan 1642'de doğmuştur ve bu iki adamın yaşam süreleri bizim için bilimsel devrimin süresini belirler. Newton'un yaşamını yitirdiği 1727 yılı itibariyle bilim, Batı'nın düşünce yaşamında başlıca bir güç haline gelmiş, felsefe ve teoloji üzerine güçlü bir etki uygulamaya başlamıştı. Bir beyefendinin eğitimi hâlâ klasik bilimlere ve matematiğe dayanıyordu ama eğitimli insanlar Kopernik astronomisinden, yerçekimi kuramından ya da vakum, kimyasal tepkimeler, manyetik kuvvet gibi kavramlardan genel anlamda haberdardılar. Bilim moda haline gelmiş, konferanslar ve bilimsel deneyler salonların başlıca eğlencesi olmuştu. İpekli, dantelli giysilere bürünmüş zarif insanlar, duygusuz ifadelerle hava pompalarını, elektrikli makineleri ve kesilmiş hayvanları izlemektedir; işte on sekizinci yüzyılın bildik imajı budur.

Ama düşünsel yenilikler bakımından onsekizinci yüzyıl, bilimsel devrimin hemen ardından gelen uzun süreli ve sıkıcı bir duraklama dönemini ifade eder. Fizikte ikinci bir Newton gelmemiş, astronomide ikinci bir Galileo ortaya çıkmamıştır. Biyolojide Harvey, Leeuwenhoek ya da Swammerdam'ınkilerle boy ölçüşebilecek keşifler mevcut değildir. Bilimsel farkındalığın ve hassasiyetin, eğitimli insanlar arasında hızla yayılması bakımından onsekizinci yüzyıl bir bilim çağıdır ama

büyük keşifler ve yenilikler bakımından zayıf kalmıştır. Bu yüzyıl botanik bahçelerinin, bilim derneklerinin ve bilimsel meraklarla toplanmış insan kalabalıklarının yüzyılıdır; pek az bilimsel çalışma göze çarpmaktadır. İngiltere'de buhar gücü, demircilik ve tekstilde bir teknoloji devrimine yol açmıştır ama bu devrim zanaat temellidir ve öncülerinin düşünce dünyasıyla bir temasları olmamıştır. Maden bölgelerinde, kibar cemiyetlerinin haberdar olmadığı yeni makineler inşa edilmektedir ama bunların insan hayatı üzerindeki etkileri henüz çok sınırlıdır. 1776 yılında Adam Smith, ekonomi alanında *Milletlerin Zenginliği* isimli öncü bir eser kaleme almıştır. Kitapta, altmış yıldır kullanımda oldukları halde buhar makinelerinin adı bile geçmez. Eğitimde bilimsel devrimin sonuçlarını yansıtan büyük bir reform gerçekleştirilememiştir çünkü üniversiteler hâlâ büyük ölçüde klasik literatüre ve Ortaçağcı matematik özetlerine bağlıdırlar. Bilim adamları kendilerine has akademilerinde buluşmaktadır. Çağın bilimini, üç alanda görülen gelişmelerle karakterize etmek mümkündür: Birincisi; matematikte son derece etkili gelişmeler sağlanmış ve bu gelişmelerin birçoğu Newton fiziğini haklı çıkarmıştır. İkincisi; başta zooloji ve botanik olmak üzere birçok alanda doğal olguların ölçümü ve sınıflandırılması adına hızlı bir veri birikimi gerçekleştirilmiştir. Üçüncüsü; doğaya, doğa yasalarına ve yeni bilimde Tanrı'nın ve insanın rolüne ilişkin felsefi bir araştırma başlatılmış, bu araştırma İngiltere ve Fransa'da tamamen farklı sonuçlar doğurmuştur. İkinci bilimsel devrim heyecanı, elektrik ve deneysel kimya gibi bazı yeni alanların ortaya çıkışıyla ve endüstri makinelerinde yaşanan devrimle birlikte, ancak yüzyılın sonuna doğru belirmiştir.

Birçok Avrupalı felsefeci Newton'un gök fiziğini kabul etmekte zorlandı. Bu yüzden Descartes'ın mekanistik bilimi, uzaktan etki düşüncesinden daha çekici bir model olarak kaldı. Newton'un Leibniz'le girdiği "Kalkülüsü kim buldu?" tartışması İngiltere ve Kıta Avrupası bilim adamları arasındaki gerilimi artırdı. Newton kalkülüs tekniğini keşfeden ilk isimdi ama Leibniz, tekniği ondan önce yayımladı. Üstelik Leibniz'in kullandığı işaret sistemi Newton'unkinden daha açıktı ve diğer matematikçiler de Leibniz'in önerdiği sistemi Newton'unkinden çekici buldular. Bu yüzden -şaşırtıcı gelecek ama- matematik tarihi, Newton diye biri var olmasaydı bile yine de büyük ölçüde aynı olacaktı.

On sekizinci yüzyılın en önemli ve hatalı kavramlarından biri *esir* idi. Sözcüğü Aristoteles'e borçluyuz ama bu çağda kullanıldığı haliyle Dekartçı mekanizmin bir mirasıdır. Yıldızların ve gezegenlerin uzay boşluğunda serbestçe hareket ettikleri düşüncesi kabul edilemez görünüyordu. Bu nedenle gök cisimlerinin hissedilemez derecede



ince bir maddeyle kuşatılmış olmaları gerektiğine inanıldı. Newton bile, doğasını asla betimleyemeyeceğini kabul ettiği halde esir fikrini benimsiyordu. Huygens, ışığın, birçok bilim adamının inandığının aksine, parçacıklar halinde değil dalgalar halinde yayıldığını kanıtlamakta esir kavramına başvurdu ve su nasıl dalgalar halinde yayılıyorsa ışığın da esir maddesi içinde dalgalar halinde yayıldığını iddia etti. Bu düşünce, o dönemde geniş kabul görmedi ama on dokuzuncu yüzyılda önemsenmeye başlandı. Yine de esirin özel bir madde olduğu herkesçe kabul ediliyordu. Astronomlar, esirin varsayılan mukavemetini göksel hareketlerdeki bazı sapmaları, mesela Ayın hareketlerindeki düzensizlikleri açıklamakta kullandılar.

Dekartçı etkiler hâlâ güçlü olsa da, Newton'un ölümünden yaklaşık bir yüzyıl sonra Newtoncu teorilerin bazıları doğrulandı. Bunlardan ilki dünyanın şekliyle ilgili olanıydı. Newton, dünyanın kusursuz bir küre olmadığını, merkezkaç kuvvetinin etkisiyle ekvatorda hafifçe şişikleştiğini öngörüyordu. Ekvator çizgisi dünyanın merkezinden uzak olduğu için, ekvatorda yerçekimi kuzey enlemlerindekinden daha zayıf olmalıydı. Dekartçı kuram tersini, yani enlemlerin kutuplara doğru uzayacağını çünkü çevrintilerin ekvatordan dünyayı sıkıştıracağını iddia ediyordu.

Fransız devletinin bilim programında da yer alan, gerçeğe yakın haritalar hazırlamaya yönelik artan ilgi, Dünyanın şeklinin doğru biçimde belirlenmesi yolundaki araştırmaları teşvik etmekteydi. Bu konuda öne sürülen birçok varsayımdan sonra, nihayet 1735 yılında, Lapland ve Peru'daki boylam yaylarının ölçülebilmesi için Fransa'da, Pierre de Maupertuis ve Charles de la Condamine gözetiminde iki bilimsel gezi tertip edildi. Bu geziler esnasında, özellikle Güney Amerika'ya yapılan gezide, büyük fiziksel güçlüklerle karşılaşıldı. Öyle ki, 1743 yılına dek nihaî bir sonuç elde edilemedi. Ama sonuçlar ortaya çıktığında, rakamlar gayet açıktı: Lapland'daki boylam derecesi 69.04 mil*, Peru'daki ise 68.32 mil** olarak ölçülmüştü. Böylece Dünyanın kutuplara doğru kayda değer biçimde düzleştiği ortaya çıkıyordu. Aynı gezide la Condamine'e yol arkadaşlığı eden Pierre Bouger, farklı kaya oluşumlarında, bugün kendi adını taşımakta olan manyetik anormallikler keşfetti. La Condamine ise Amazon'da bir yolculuğa daha çıktı ve oradan gönderdiği raporlarla dikkatleri ilk kez Güney Amerika'nın zoolojik ve botanik zenginliğine çekti.

* 69.04 mil: 111.11 km
** 68.32 mil: 109.95 km

Newtonculuğun Avrupa'daki en etkili destekçilerinden biri de 1726-1729 yılları arasındaki süreyi İngiltere'de geçiren Voltaire'dir. İngiltere'de, kendi ülkesi Fransa'da mevcut olmayan bir sosyal ve entelektüel özgürlük bulmuştu. Meşhur bir yazısında, Paris'in tehlikelerini Londra'nın şen havasıyla kıyaslarken, Paris'in Dekartçı çevrintilerle dolu olduğunu, Londra'nın ise Newtoncu çekimle idare edildiğini yazmıştır. Voltaire'in metresi Marquise de Chastelet, yetenekli bir matematikçiydi. *Prensipler*'i ve Newton'un gök fiziği üzerine çalışmalar yapan bazı matematikçilerin eserlerini Fransızcaya çevirmişti.

Leonhard Euler (1707-1783) Basel'in bir yerlisiydi ve yaşamının büyük bir kısmını St. Petersburg'da Rus çarının sarayında geçirmişti. Euler, dünyanın ekliptik yörüngesinin değişmekte olduğunu ve Batlamyus'un zamanından bu yana, yörünge ekseninin beş derece kadar oynadığını gösterdi. Newton mekaniğine ilişkin, kavranması en güç sorun, Ayın hareketinin, Güneş ve Dünyanın hareketleriyle ilişkisi sorunuydu. Çünkü Ay, fiziksel nedenleri son derece karışık olan küçük çaplı döngüsel düzensizlikler sergilemekteydi ve bu düzensizlikleri yerçekimi kuramıyla uzlaştırmak zordu. Euler bu düzensizlikleri, esir maddesinin uyguladığı mukavemete bağladı. Gizemi kısmen de olsa çözen kişi, dönemin en olağanüstü matematikçilerinden biri olan Fransız Joseph Lagrange'dır (1736-1813). Ay, yüzünü dünyaya döndüğünde diskin kenarlarında küçük bir alan meydana geldiği ve bu alanın bir görünüp bir kaybolduğu uzun süredir fark edilmekteydi. Lagrange Ayın mükemmel bir küre olmadığını, bu yüzden yerçekimi kuvvetinin merkezden eşit biçimde yayılmadığını, sözkonusu düzensiz hareketin bu nedenle ortaya çıktığını gösterdi. Aydan Dünyaya bakıldığında aynı şeyin dünya için de geçerli olacağını öngördü.

Pierre Laplace (1747-1827) Ayın hareketine ilişkin başka sorunlar belirledi. Ayın, 24.000 yıllık uzun döngüsü esnasında, yörüngesinde önce hafif hızlanıp sonra yavaşladığını ve bu durumun, Dünyanın yörüngesinde gerçekleşen değişimle ilgili olduğunu gösterdi. Newton gezegenlerin yörüngelerinde gerçekleşen değişimleri çok kafa karıştırıcı bulmuştu. O kadar ki, sistemi dengelemesi için zaman zaman bir ilâhî aracının müdahalesine ihtiyaç olduğunu iddia etmekteydi. Ama Newton, Güneş sistemindeki cisimlerin yörüngelerinde görülen hafif değişimlerin periyodik olduğunu, bu yüzden her şeye rağmen oldukça dengeli bir sistemin kurulabileceğini düşünüyordu. Bu muazzam sistemin bir yerinde meydana gelebilecek merkezden sapma, bir başka hareket tarafından dengelenecekti. Newton, Güneş sisteminin bir





Kartezyen çevrintilerin Leonhard Euler'ci yorumu. Newton dinamiğine gösterilen direnis, bazı kıta Avrupası bilim adamları arasında hâlâ devam ediyordu ve fiziki bir esir maddesinin gök cisimlerini taşıdığına inanan Euler de bu bilim adamlarından biriydi. Burada Güneş sistemimiz mevcut olduğu varsayılan diğer bazı sistemlerce çevrelenmiştir ve bunların her biri kendi esir maddesinin girdabındadır. Euler'in 1744 tarihli Theoria motuum adlı eserinden.

bütün olarak içinde salındığı düzlemi ve sistemdeki her cismin bir diğeri üzerine uyguladığı çekim etkisini ortaya koymuştu.

Laplace'ın, 1799-1825 yılları arasında kaleme aldığı *Gök Mekaniği* (*Mecanique Celeste*) isimli kapsamlı ve yasaklı eser, Newtoncu dinamik astronominin doruğunu temsil eder. Meşhur bir hikayede, Napoleon'un Laplace'a böyle karmaşık ve anıtsal bir evreni betimlerken, evrenin yaratıcısına değinmekten kaçınabilmeyi nasıl başarabildiğini sorduğu ve Laplace'in ona, böyle bir varsayıma gerek duymadığını söylediği anlatılır. Laplace dikkatini bu karmaşık ama dengeli sistemin kökenlerine çeviren ilk isim-



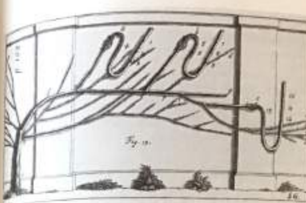
Newtoncu Güneş sistemi dinamiğini işleyip mükemmelleştiren büyük Fransız matematikçi Pierre Simon Laplace'in portresi. Laplace'in *Mecanique celeste* adlı eserinin Nathaniel Bowditch tarafından 1828 tarihinde yapılan İngilizce çevirisinden.

lerden biridir. Güneş sisteminin şekilsiz bir gaz yığınından ibaret olduğu varsayımına dayanan *nebular hipotezi* ileri sürmüştür. Bu teori, biraz farklılaşmış olmakla birlikte, bugün bile yaygın kabul görmektedir.

## Yaşam Süreçleri

Fizikte ve astronomide Newtonculuk, Descartes'ın mekanik kuramlarına böylece üstünlük sağladı. Ama bir makine olarak organizma düşüncesi ya da geniş ölçekli yaşam süreçleri sözkonusu olduğunda Dekartçı teoriler daha kuvvetliydi ve özellikle Fransa'daki etkileri büyük olmuştu. Temel hayvan ve bitki fizyolojisine ilişkin erken dönem deneyler, ilhamını mekanist modelden almıştır. Stephen Hales (1677-1761) Kilise mensuplarından ziyade, çiçekler, kuşlar ve böceklerle ilgilenen İngiliz rahipler güruhundan biriydi. Hales salt tasvir aşamasından deney ve ölçüm aşamasına geçmeyi başarmış nadir isimlerdendi. Bitkilerin beslenmesine ilişkin temel bazı sorunlara işaret etti. Özsuyun bitkide güçlü ve gözlemlenebilir bir şekilde yayıldığını, bitkilerde hayvanlardaki dolaşımla karşılaştırılabilecek bir döngüselliğin olmadığını ama yaprakların su buharını soluduğunu ispat etti. Hayvanlarda akciğerler nasıl yaşamsal destek vazifesi görüyorsa, bitkilerde de yaprakların aynı vazifeyi gördüğünü gösterdi. Işığın, bitkilerin gelişiminde önemli bir rolü olduğunu kabul etti. *Vegetable Staticks* (*Bitki Statiği*) isimli eseri 1727 yılında basıldı ve bitki fizyolojisinde öncü bir çalışma oldu. Yaklaşık elli yıl sonra Hollandalı bilim adamı Jean Ingenhousz (1730- 1799), bugün "fotosentez" olarak bilinen süreci saptadı: Yeşil bitkiler karbondioksiti emmekteydi ama bu işlev gün ışığıyla sınırlıydı. Bitkiler gün ışığında havayı arıtmakta ama gölgede ve gece karanlığında tam tersine, havayı zehirlemekteydi. Bu keşif, bitki ve hayvanların bir döngüde -ya da onsekizinci yüzyılda adlandırıldığı üzere- bir *ekonomi*de birbirleriyle irtibatlı oldukları iddiası açısından önemlidir. Ingenhousz'un çağdaşı Christian Sprengel (1750-1816), bitki ve hayvanların karşılıklı bağımlılıkları düşüncesine daha önemli bir keşifle katkıda bulundu: çiçekli bitkilerin üremesinde böceklerin





Bitkilerde özsuyun basıncını ölçme. Stephen Hales on sekizinci yüzyılda bitki fizyolojisinin öncüsüydü. Resimde Hales, bir asmanın kesik dalına bir basınçölçer iliştirmiştir. Hales'in 1727 tarihli *Bitki Statiği* adlı eseri bu türden nicel teknikleri bitkilere uygulayan ilk eserdi.



Konrad Christian Sprengel ve tozlaşma. Sprengel'in detaylı gözlemleri, her ne kadar birçok bitki çift cinsiyetli olsa da, bitkilerin kendi kendilerine üreyemeyeceklerini, bu iş için böceklere muhtaç olduklarını kanıtladı. Böylece bitkiler ve hayvanlar alemi bir organik sistemde birbirlerine bağlanmaktaydı. Sprengel'in 1793 tarihli *Geheimnis der Natur* isimli eserinden.



# HISTOIRE NATURELLE.

## PREMIER DISCOURS.

*De la manière d'étudier & de traiter l'Histoire Naturelle.*

L'HISTOIRE Naturelle prise dans toute son étendue, est une Histoire immense; elle embrasse tous les objets que nous présente l'Univers. Cette multitude prodigieuse de Quadrupèdes, d'Oiseaux, de Poissons, d'Insectes, de Plantes, de Minéraux, &c. offre à la curiosité de l'esprit humain un vaste spectacle, dont l'ensemble est si grand, qu'il paroît & qu'il est en effet inépuisable

A ij

Buffon'un *Histoire Naturelle* adlı eserinin açılış sayfası, 1749. Buffon'un kapsamlı eseri, dünya ve onun yaşam formlarının uzun bir evrimin ürünleri oldukları görüşünü geliştirerek *İncil*'deki yaratma anlayışı ve Dünya'nın oluşumuna ilişkin zaman ölçeğinin mistik olduğunu savundu. Kitaptaki resimde hem doğa bilimlerine hem de kutsal bilimlere atıf var.

rolünü kanıtladı. Sprengel, bitkilerin çift cinsiyetli olduklarını kabul ediyordu ama ercik başı (anter) ve tepeciğin (stigma) farklı zamanlarda olgunlaştıklarını, bu nedenle bitkilerin kendi kendilerine üreyemeyeceklerini doğru biçimde saptadı. 1750'lerde John Needham (1713-1781) Redi'nin kapalı kaplardaki yiyeceklerle yaptığı deneyi tekrarlayınca, "kendiliğinden üreme" olgusuna ilişkin eski tartışma yeniden alevlendi. Ancak Needham, yaptığı deneylerde Redi'ninkilere zıt sonuçlar elde etmişti. Kapalı kaplardaki yiyeceklerde de çok küçük organizmaların ortaya çıktığını keşfetti. Needham'ın kullandığı kaplar elbette steril değildi. Lazarro Spallanzani (1729-1799) 1765'te, yiyeceğin hava geçirmeyen, sıkıca kapatılmış kaplarda muhafaza edildiğinde bu gözle görünmeyen canlı formlarından korunmuş olacağını



kanıtlayana dek, kendiliğinden üreme olgusu kafa karıştırıcı bir mesele olarak kaldı. Kendiliğinden üreme düşüncesinin, Pasteur'e kadar zaman zaman yeniden ortaya çıkmış olsa da, bir mit olduğu bilimsel olarak kanıtlanmıştı. Charles Bonnet (1720-1793) dişi yaprak bitinin, erkek yaprak biti olmadan da üreyebildiğini gözlemlediğinde (ki bu gözleminde yanılmıyordu) preformasyon teorisini ispatladığını sandı. Preformasyon anlayışına duyulan inanç on dokuzuncu yüzyılda da canlı kaldı.

Dönemin örnek biyologu, Comte de Buffon olarak bilinen George Leclerc 1707-1788), aydın bir aristokrattı. Servetini ve taşradaki mülkünü doğa tarihi çalışmalarına sarf etti. 1749- 1894 yılları arasında basılan, kırk dört ciltlik dev *Histoire Naturelle* adlı eseri, on sekizinci yüzyıl bilgi ve spekülasyonu bakımından bir hazinedir. Eseri olağanüstü kılan özellik, türlerin sabitliği öğretisini bilinçli biçimde terk ederek doğanın bir dönüşüm alanı olduğunu kabul etmesidir. Böylece birbirleriyle açıkça ilişkili görünen hayvan gruplarının mevcudiyetini –maymun ve insan, at ve eşek gibi- açıklayabilen ilk kişi de o oldu. İşi, bu türlerin ortak bir atayı paylaştıklarını söylemeye dek vardırdı. Ama Buffon, ilerlemeci bir evrimden ziyade bir bozulma sürecinin işlemekte olduğunu düşünüyordu: böylece, maymun insanın, eşek atın bozulmuş (dejenere) haliydi. Bu bozulmanın, Güneşin kuyruklu yıldızlarla çarpışmasından ya da nebular hipotezden ileri geldiğini iddia ediyordu. Dünyanın binlerce yıldır tedricen soğuduğu düşüncesi jeolojik düşüncenin bir ilkesi oldu. Buffon, Dünyanın soğuması, kayaların, minerallerin, okyanusların ve atmosferin oluşumu ve yaşamın ortaya çıkışı gibi meseleleri, *İncil* çerçevesinde değerlendirmek yerine, doğal süreçler olarak betimledi ve tüm bu oluşumların 100.000 yıllık bir süre içinde gerçekleştiğini tahmin etti. Preformasyon o çağda hâlâ yaygın bir düşünce olmasına rağmen Buffon epigenesis anlayışının sıkı savunuculuğunu yaptı. Buffon bu görüşler ışığında, *İncil*'den bağımsız ve aydınlanma çağına uygun, rasyonel bir doğa haritası hazırladı. Türler arasındaki ilişkileri açıklayarak, gelecekte ortaya çıkabilecek olgunlaşmış evrim kuramlarının yolunu açtı.

Türlerin sabitliği anlayışına en radikal karşı çıkış, Jean Baptiste de Lamarck'tan (1744-1829) gelmiştir. Lamarck dünyanın zaman çizelgesini, hocası Buffon'unkinden çok öte bir noktaya genişletti: "Doğa için zaman önemsizdir" diye yazdı, "ve asla bir sorun değildir. Doğa kendi düzenine daima sadıktır ve sınırsız bir güce sahiptir. En küçük işlerini olduğu gibi en büyük işlerini de bu güçle görür." Lamarck türlerin

evrildiklerinden, zaman içinde dönüşüme uğradıklarından kuşku duymuyordu. Bu süreci açıklamak için öne sürdüğü mekanizma, edinilmiş karakteristiklerin, nesilden nesile, kalıtımsal olarak devredildikleri düşüncesiydi. Mesela, su kuşlarının uzun bacakları ya da zürafaların uzun boyunları, bu hayvanların kendi özgün ortamlarındaki yiyecek arayışlarından kaynaklanmaktaydı. Lamarck'ın basit varsayımları sık sık alay konusu edildi ama aslında tek hatası, kalıcı bir karakteristiğin iki ya da üç nesil gibi kısa bir sürede dönüşüp, gelişebileceğini düşünmüş olmasıdır. Darwin de doğada dönüşümlerin gerçekleştiğini kabul etti ve bu dönüşümsel özelliklerin kalıtımsallığına ilişkin önemli bir teori öne sürdü. Dönüştürülen özellikler kalıtımla nesilden nesile aktarılmadığı takdirde yeni türler meydana gelemezdi. Ancak bu değişim ve dönüşümler Lamarck'ın iddia ettiği kadar basit bir biçimde gerçekleşiyor olamazdı. Yine de Lamarck'ın düşünceleriyle Darwin'inkiler arasındaki fark, haksız yere abartılmaktadır. Lamarck keskin bir gözlemciydi. Alt düzey hayvanlar ana sınıfını belirlemek üzere "omurgasızlar" terimini o geliştirmiş, "biyoloji" sözcüğünü o bulmuştu.

Ama onsekizinci yüzyıl biyolojisinin en kalıcı başarısı, Buffon ya da Lamarck'ın kuramları değil, Karl Linnaeus'un (1707-1778) betimlemeleri ve sistematik sınıflamalarıydı. Avrupalı doğa bilimcilerince bilinen bitki ve hayvan türleri, Amerika, Asya ve Pasifik'ten dönen kaşiflerin beraberlerinde getirdikleri yeni türlerle kayda değer biçimde artmış, sayısız canlı formu arasındaki ortak özellikleri, ilişkileri belirleyebilmek için bu çeşitliliği düzene koymak şart olmuştu. Linnaeus bu işe girişen ilk isim değildi ama sistemi çok açık ve kapsamlıydı. Bu yüzden genel bir kabul gördü. Linnaeus hayvanları ve mineralleri de sınıflamıştır ama en bütünlüklü ve etkileyici çalışması botanik alanındaki sınıflamalarıdır. Sınıflama planını ilk kez 1735 yılında, *Systema Natura*'nın (*Doğa Sistemi*) ilk baskısında duyurdu. Bu eserde Linnaeus, bitkileri eşeysel özelliklerine göre düzenliyordu ve eser botanik dilinde bir devrim gerçekleştirdi. Bütün bitkiler alemi, sınıflara, takımlara, cinslere ve türlere ayrılmıştı. Sınıflar bitkilerdeki erkek unsurların sayısına göre tek ercikli, iki ercikli, üç ercikli vs. olarak adlandırılıyordu. Daha sonra her sınıf, çiçeklerdeki pistil ya da dişi kısımların sayısına göre takımlara ayrılıyordu. Linnaeus, bu geniş sınıf ve takımlardaki her bir bitkiyi belirlemekte meşhur, iki terimli sistemi kullandı. İlk terim cinsi, ikinci terim türü ifade ediyordu. Böylece keçi söğüdü *Salix caprea*, ökse otu *Viscum album* oldu. Cins, her isimde Latince bir sözcükle, tür ise "keçi", "beyaz" gibi eklemelerle ifade edilmekteydi. Bu sistem öyle kap-






Linnaeus'un *Flora Lapponica*'sının başlık sayfası, 1737. Genç bir adam olarak Linnaeus, florasını ve faunasını incelemek üzere Laponya'ya bir keşif gezisine çıktı; Laponlardan ve ren geyiklerinin göçlerine göre düzenlenen yaşam tarzlarından da aynı ölçüde etkilendi.

samlı ve esnek bir yapıya sahipti ki herhangi bir yeni bitki, özellikleri şemaya uygun şekilde belirlenerek derhal sistemdeki yerini alabiliyor ve gerektiğinde yeni takım ya da alt takımlar kolayca oluşturulabiliyordu. Ama bu sistem, kuşkusuz büyük ölçüde yapaydı. Bazı seçilmiş dış özellikler üzerine kuruluydu. Çünkü Linnaeus bir bitki anatomisi ya da fizyolojisi geliştirmek kaygısı gütmemişti. Dahası, biyoloji bilimi açısından son derece önemli olan "cins" ve "tür" sözcükleri için açık bir kavramsal belirlenim bulunmuyordu. Linnaeus'un çalışmalarından yaklaşık iki yüzyıl sonra bugün, bu türden bir çalışmanın genetiğin alanına girdiğini söylemek mümkündür. Uzun süre belirsiz kalmış olsa da "tür" sözcüğüne o çağda verilen önem, kayda değer bir gelişmedir. Her ne kadar Linnaeus, insanı hiç duraksamaksızın primatlar sınıfına koymuş ve *Systema Natura*'nın 1758 yılında yayımlanan onuncu baskısında, balinaları ilk kez memeli hayvanlar sınıfında göstermiş olsa da, zooloji alanındaki sınıflandırmalarında bitkiler alemine ilişkin sınıflamalarındaki kadar başarılı olamamıştır. Karmaşık yapıdaki hayvan anatomilerini sınıflandırırken bile dışsal özelliklere bağlı kalması

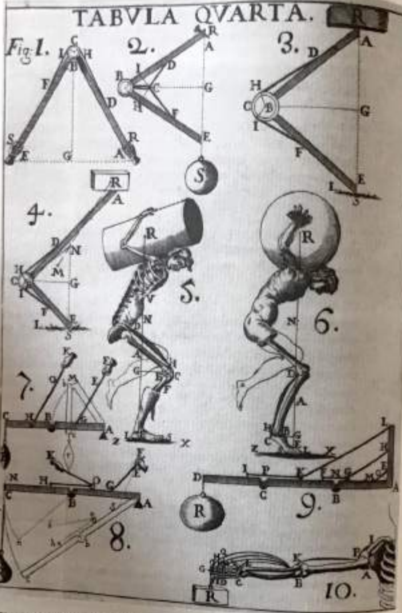



Linnaeus'un bitki sınıflaması 1735 tarihli *Systema naturæ* isimli eserinde ilan edildi. Tüm bitkiler, erkek organlarının sayısına ve düzenlenişine göre, bir olanlar için *monandria*, iki olanlar için *diandria* vs. 24 ana sınıfa ayrılmıştı. Tüm bu sınıflar daha sonra dişi organlarının türüne göre bir alt ayrıma tabi tutulmaktaydı. Linnaeus'un sınıflama sistemi onsekizinci yüzyılın sınıflamaya yönelik tutkusunun en büyük ifadelerinden biriydi ve prensipte bugüne dek geçerli kalmıştır.



başlıca hatası olmuştur. Bu onuncu baskı, botanik terminolojisinin temelini atmış, sonradan yapılan eklemeler ve düzeltmelerle büyük ölçüde değişikliğe uğramışsa da bu terminoloji asla terk edilmemiştir. Linnaeus dindar ve tutucu bir insandı. Türlerin sabitliği öğretisine bağlı kaldı ve Buffon'un düşüncelerini tartışmaya da vakti olmadı. Doğanın karmaşık dengesini, Tanrı'nın düzen koyuculuğunun açık bir delili olarak gördü. *Systema Naturæ*'nın girişinde, bir bilim adamı olarak deneyimlerini şu cümlelerle dile getirir: "Sonsuz, her şeyi bilen ve her şeye kâdir Tanrı'nın işlerinden başım döndü. Doğada onun ayak izlerini takip ettim ve her yerde sonsuz bir hikmet, güç ve akıl sır ermez bir mükemmellik gördüm." Bu çağ, George Ehret'in okuru bir bilim cennetine davet eden, sanatsal güzellikteki tablolarına denk resimlerle bezenmiş büyük botanik eserleri çağıdır.

On sekizinci yüzyılda yaşam bilimlerinin içine düştüğü ikilem, bu dönemin tıp anlayışına da yansıdı; temel fizyolojik süreçlere ve hastalık sebeplerine ilişkin derin belirsizlik, muazzam bir veri birikimiyle iç içeydi. İnsan bedenine ilişkin anatomik haritalar, Vesalius'tan beri bu alandaki belki en titiz çalışma olan *Icones anatomicae*'nin yazarı Bernli Albrecht von Haller (1708-1777) gibi hocaların çalışmalarıyla giderek ayrıntılanıyordu. Embriyoloji alanında kapsamlı deneyler gerçekleştirdiği halde Haller, epigenesis gerçeğini reddederek preformasyon anlayışına bağlı kaldı. Haller bedendeki farklı doku türlerini vurguladı ve çalışma biçimiyle diğer dokulardan tamamen ayrılan kas sistemi üzerine özel bir çalışma yaptı. Kas kuvvetindeki kasılmaları ifade etmekte "aşırı duyarlık" terimini kullandı ama bu kasılmaların sinirlere bağlı olduğuna inanmadı. On sekizinci yüzyılda tıp alanındaki en büyük kuramsal ayrılıklardan biri de mekanistler ve animistler arasındaki ayrımdı. Haller, birçok fizikçiye oldukça cazip görünen ve dönemin öncü pedagogu Leidenli Hermann Boerhaave (1668-1738) tarafından da desteklenen "bedenin bir mekanizma olduğu" düşüncesince belirlenen Dekartçı modeli kabul etmedi. Bu model, en radikal ifadesini, Boerhaave'in öğrencilerinden biri olan Julien La Mettrie'de (1709-1751) bulmuştur. La Mettrie'nin 1748 tarihli, *L'Homme Machine* adlı eseri materyalizm ve ateizmin sansasyonel bir ifadesiydi. La Mettrie bedensel fonksiyonlar gibi, psikolojik durumların da fizik uyarıcılardan ve beynin fiziksel işleyişinden kaynaklandığını savunuyordu. Dillere düşen bir diğer eseri 1745 tarihli *L'Histoire Naturelle de l'âme*'da, geleneksel ölümsüz ruh öğretisini bir kez daha reddetti. La Mettrie'nin aşırı görüşleri kuşkusuz tüm Dekartçılar tarafından




1680 tarihli bu çalışmada İtalyan fizikçi Giovanni Borelli mekanik bilimine uygun olarak insan bedeninin hareketlerini analiz etmiştir. Kol ve bacak eklemleri kaldıraç ve makara gibi iş görmektedir. Bu analizler, insanı bir makine olarak gören Dekartçı öğretiyi güçlendirmiştir.



kabul görmüyordu. Fizyolojik süreçlere ilişkin kimyasal yaklaşım çok sonraları ortaya çıktığına göre, bu dönemde mekanik modele sunulan alternatif neydi? Mekanik modele başlıca muhalefet, yaşam fonksiyonlarının fiziksel analizlerin ötesinde bulunduğunu, bu fonksiyonların "canlılık ilkesi" denen bir yaşam ilkesince yönetildiğini (ki burada ruha göndermede bulunulmaktadır) savunan vitalist (ya da animist) okuldan geldi. Haller bu anlayışı benimsedi ve canlılık ilkesinin kanda mı yoksa sinirlerde mi bulunduğunu tartıştı. Aynı kalbi paylaşan, ancak birbirlerinden tümüyle farklı iki cana, iki ruh ve iradeye sahip olan Siyam ikizleri üzerinde yaptığı çalışmalardan derin biçimde etkilendi.

Vitalizm bir öğreti olarak genelde, beden mekanizmasının, canlılık ilkesince yönetilen bir alet olduğunu savunan Georg Stahl (1660-1734) ile anılır. Bunun, sadece mekanist terimlerle ifade edemeyeceğimiz, korku, tutku, öfke gibi ruhsal durumların yol açtığı fiziksel etkilerle açıklanabileceğini iddia etti. Stahl, temel yanıcı unsurların, neredeyse bütün maddelerde bulunduğunu ve bunların yanma esnasında açığa çıkarak tükendiklerini iddia etti ve yanma olayını *filojiston* kuramıyla açıklayan düşünce geleneğinin öncü bir savunucusu olarak vitalizmdeki şöhretine denk bir ün kazandı. Bu kuram sağduyuya son derece cazip geliyor ve madenlerin ısıtılmasından arta kalan küllerin, hemen her zaman asıl cisimden daha ağır olması tuhaf gerçeği de filojistonun negatif ağırlığa sahip olduğu iddia edilerek açıklanabiliyordu.

Mekanistler ve vitalistler arasındaki tartışma onsekizinci yüzyıl biliminin hem gücünü hem de sınırlılığını örnekler: Yaşamın temel doğasına ilişkin cevaplar, rasyonel düşüncenin benimsendiğini göstermektedir ama bilimsel bilgideki önemli boşluklar (en çok da kimya alanında) biyologları kuramsal ve doğrulanamayan varlıklara yöneltmiştir. Rasyonalizm ve empirizm arasındaki tartışmalarla geçen böyle bir yüzyılda preformasyon ve epigenesis arasındaki karşıtlığın çözümsüz kalmış olması dikkat çekicidir. Preformasyonu reddeden kesin gözlemler, 1760 ve 1770'lerde Caspar Wolff (1734-1794) tarafından yayımlandı. Wolff, daha önce değişmez dokuda oldukları düşünülen kalp ve kan damarlarının, embriyoda ortaya çıkışlarını ve gelişimlerini sonunda ikna edici biçimde çizelgeleştirebilmişti. Spesifik, gizemli ama somut bir kuvvet olarak yaşam düşüncesi Luigi Galvani'nin yaşam elektriği öğretisinde en açık ifadesine kavuştu. Galvani (1737-1798) gerçekleştirdiği deneylerin,* canlılık ilkesinin elektrikle bağlantılı ince bir sıvıdan oluştuğunu kanıtladığına inandı ve elektrikle yaşam arasın-

* bk. s. 226



Edward Jenner. Jenner'in 1798 tarihinde ilan edilen çiçek hastalığına karşı zaferi, o dönem uygulamalı tıbbının sağladığı en büyük gelişmeydi ve Jenner'i uluslararası bir kahraman haline getirdi.

da bazı durumlarda bir bağlantı meydana geldiğini savundu. Bu fikir, Frankenstein ve diğer bazı bilim kurgu eserlerinin de gösterdiği gibi, hayal gücü için uzun süre pek makbul bir fikir olarak kaldı.

On sekizinci yüzyıl tıbbındaki en etkileyici ilerleme kuşkusuz, Edward Jenner'in (1749-1823) öncülük ettiği çiçek aşısı uygulamasıdır. Çiçek, Avrupa'da, hıyarcıklı vebanın yerini alan en büyük sağlık felaketiydi ve öldürmediği durumlarda insanda çirkin yara izleri bırakıyordu. Stahl ve Haller gibi isimlerin gerçekleştirdikleri yüksek düzey felsefi tartışmalardan bihaber, taşralı bir hekim olan Jenner'in yaptığı keşif, basit gözlemlere ve çıkarımlara dayanıyordu: Sığırlarda görülen çiçek hastalığına yakalanan çiftçilerde ve özellikle de sütçü kızlarda insandaki çiçek hastalığına karşı bir bağışıklık ortaya çıktığını gördü. Çiçeği kendi kendisiyle aşılamak daha önce de denenmiş fakat tehlikeli bulunmuştu. Sığır çiçeğinden çok küçük bir numune alarak bunu deriye zerk etti ve çiçek hastalığına karşı, hafif sığır çiçeği hastalığına mâl olan bir bağışıklık elde etti. Ulaştığı sonuçları 1798 yılında yayımladı ve uluslararası tıp camiasında büyük yankı uyandırdı. Bu sonuçlar daha sonra kesin biçimde ispatlanacaktı. Ulusal aşı programları hazırlandı, Jenner bir kahraman haline geldi ve 1804 tarihinde Napoleon, Fransa'nın İngiltere'yle savaşmakta olduğu günlerde Jenner onuruna bir madalya verdi. Ama Jenner ya da çağdaşlarının yeni hastalık teorileri formüle ettikleri söylenemez. Jenner de zaten bu gelişmelerin hemen ardından kuşların yaşamı üzerine gerçekleştirdiği çalışmalara dönmüş ve guguk kuşunun, yumurtalarını yuvadan aşağıya atma huyunu ilk kez açıklamıştır. Jenner'in başarısı tıp bilimine muazzam bir prestij kazandırdı. Hâlâ birçok gelişigüzel tıp uygulaması bulunuyor olsa da, on sekizinci yüzyıl sanat ve edebiyatı bu prestiji doğrular. Yüzyılın sonlarına doğru, Londralı cerrah John Hunter (1728-1793) kariyeriyle cerrahiyi yüksek






Bernhard Albinus'un *İnsan Bedeninin İskelet ve Kas Sistemleri* adlı eserinden kas sistemi. İlk kez Latince olarak 1747 yılında basılan muazzam bir anatomi atlasının İngilizce çevirisi. Albinus Hollandalı sanatçı Jan Wandelaar ile, bu titiz resimleri meydana çıkarmak için yorulmak bilmeden çalışmıştı.



İsviçreli natüralist Johann Scheuchzer Alplerde fosil topluyor. Fosiller sırf jeolojik oluşumlar mıdır yoksa hayvansal kökenleri var mıdır meselesi çok tartışıldı. Scheuchzer onların, yok olmuş canlı türlerinin kalıntıları olduğunu şiddetle savunuyordu; birçokları *İncil*'de bahsi geçen tufanda yok olmuştu ve bu durum, denizden çok uzaktaki dağların doruklarında bulunan fosilleri açıklıyordu. Scheuchzer'in *Museum diluvianum* adlı eserinden, 1716.

bir fikri ve sosyal statüye eriştirdi. Hunter, uyguladığı otopsilerle hastalık süreçlerini ve tedavi sonuçlarını inceledi. Biyolojik türlere ilişkin koleksiyonu, daha sonra bir doğa müzesi haline getirildi. Hunter aynı zamanda sistematik patolojinin kurucularından biriydi.

Empirik çalışmalar ve keyfi spekülasyonlar arasında, beden fonksiyonlarına ilişkin yeni modeller önerildi ve geliştirildi. Bu durum, Dünyanın kendisi için de geçerliydi: Yüzyılın sonlarına doğru, Dünyanın yavaş ve güçlü doğal süreçlerle meydana geldiği fikri geniş kabul görmeye başladı. Çünkü bu süreçlerin hâlâ işlemekte olduğu görülebiliyordu. Önceleri bu süreçlerin, *İncil*'deki zaman çerçevesine uygun olarak, birkaç bin yıllık süre içerisinde gerçekleştiğine inanıldı ama Buffon gibi yazarlar, dağ oluşumları, nehir haliçlerindeki tortular ya da kıyı erozyonu gibi süreçleri göz önünde bulundurarak bu rakamı kısa sürede artırdılar. Erken dönemin en kapsamlı fosil koleksiyonlarından biri İsviçreli Johann Scheuchzer'in, (1672-1733) Alplere yaptığı sayısız geziler sonucu ortaya çıktı. Scheuchzer fosillerin organik kökenli olduklarına ikna olmuştu. Bu fikir bugün bile tartışılmaktadır. Stensen'in öncü



çalışmalarına rağmen Scheuchzer, dağların yüksek yerlerinde bulduğu numuneleri, *İncil*'de bahsi geçen Tufan olayının bir kanıtı olarak değerlendirdi. Ama yaptığı saha çalışmaları ve koleksiyonunun zenginliği, Scheuchzer'i paleontolojinin kurucularından biri haline getirdi.

Erken dönemin başlıca jeolojik kuramlarından biri "Neptüncülük" olarak bilinen öğretidir: Bu görüşe göre, granit gibi antik kristal formlar da dahil olmak üzere tüm kayalar, sudaki çökeltilerden meydana gelmişti. Okyanuslar önceleri tüm dünyayı kaplıyordu ama sular daha sonra tedricen çekildi. Bu kuramın en ünlü savunucusu, Saksonya'daki Freiberg'de bir maden akademisinde hocalık yapan Abraham Werner (1749-1817) idi. Werner'e göre, içlerinde fosil bulunan tabaka halindeki kayalar okyanusların çekilmesinden arta kalan üst katman kayaları oluşturmaktadır ve bu katmanların en sonuncusu da volkanik kayalardır. Bu görüşe karşıt bir fikir de Plutonist (bazen Volkanist okul olarak da bilinir) okuldan geldi. Bu okul, yerkabuğunun oluşumunda volkanik hareketleri birincil etken olarak kabul etmekteydi. Bu kuramda yeraltındaki ısı yeryüzündeki kütleleri püskürtmekte, sonra bu oluşumlar erozyonla aşınmakta ve bu süreç sonsuz bir döngüyle tekrarlanmaktadır. Erken dönem Volkanistlerin lideri, Lyell'den önceki en etkileyici jeolojik çalışma olan *Theory of the Earth*'ın yazarı James Hutton'dur (1726-1797). Hutton, granit türünden kayaların volkanik kökenli olduğunu kabul etti. Bu konudaki görüşleri daha moderndi ve gerçeğe de Neptünistlerinkilerden daha yakındı. Neptünist Werner, mesela dünyayı çevreleyen okyanusların oluşumunu açıklayamamıştı.

Bu konuyla ilişkili bir diğer sorun da hidrolojik döngüdür: Nehirlerin kaynağı nerededir ve neden nehirler ve yağmur suları, denizlerin kabarmasına ve karaları sular altında bırakmasına sebebiyet vermiyor? Birçok onsekizinci yüzyıl kuramcısı deniz sularının gizli kanallardan akarak ve bu akış sürecinde tuzluluğunu yitirerek, nehir kaynaklarına geri döndüğü bir yeraltı dünyası fikrinden çok etkilendiler. Ama Edmond Halley nehirler, denizler ve yağmurun, bir döngü içerisinde birbirleriyle irtibatlı olduğunu göstermeyi başardı. Avrupa'nın Akdeniz'e dökülen başlıca nehirlerinin akış hızlarını hesapladı, bunları buharlaşma sonucu kaybolan günlük su miktarıyla ilişkilendirdi ve buharlaşan suyun önce gökyüzünde yoğunlaştığını, sonra yağmur olup yağdığını, nehirlerde birleşip çoğalarak tekrar denizlere döküldüğünü tespit etti. Bu nicel yaklaşım, bu alanda son derece önemli sonuçlar doğurabilirdi ama on sekizinci yüzyılda bu tür kuramlar genelde ölçüsüz spekülasyonlarla yükleniyordu. Yeni jeolojik düşünceleri, Kutsal Kitap'la uzlaştırmaya yönelik teşebbüsler on



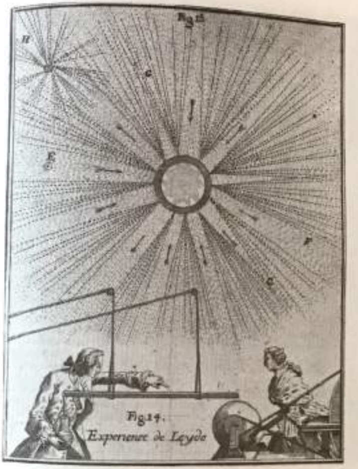
Maastricht sürüngeni. Bu büyük, esrarengiz yaratığın kalıntıları 1780 yılında Hollanda'da bir mağarada bulundu. Bu dramatik resim, yaratığın, dev bir timsah olduğuna inanan Faujas de Saint-Fond'un bir kitabından alınmıştır. Çağının en önde gelen paleontologlarından biri olan Cuvier, daha sonradan bunun nesli tükenmiş bir deniz sürüngeni olduğunu açıklamıştır. Saint-Fond'un 1799 tarihli *Histoire Naturelle* adlı eserinden.

dokuzuncu yüzyılda ortaya çıkacaktır. Bu bağlamda, çağın en önemli paleontologu Georges Cuvier (1769-1832) fosil kayıtlarındaki boşlukların, yeryüzündeki yaşamı periyodik aralıklarla yok eden âfetlerden kaynaklandığını düşündü ve bu düşünce, "sürekli yaratma" fikrine yeniden geçerlik kazandırdı. Bu kuram geleneksel dini çerçeveyi yeniden geçerli kılmak arzusundaki jeologlarca şükranla karşılandı ve 1820'lerde Oxford'da William Buckland, *İncil*'de bahsi geçen Tufanın, sözkonusu afetlerin sonuncusu olduğunu iddia ederek jeoloji bilimini dindar düşünürler için -hiç değilse bir süre- kabul edilebilir kıldı.

## Elektrik ve Enstrümantasyon

Dünya tarihi ve canlı formları üzerine çalışan bilim adamlarının karşılaştığı güçlük, bu olguların kökenlerine ilişkin, Batı kültürüne egemen olan geleneksel dinî açıklamadır. Bu açıklama ya çağdaş bilgi anlayışıyla uyumlu hale getirilecek ya da sancılı biçimde toptan reddedilecekti. Ancak bu mesele, on sekizinci yüzyılın en bilimsel keşfi olan elektrik alanındaki çalışmaları pek etkilememiştir. William Gilbert ve Otto von Guericke gibi bazı erken dönem deneyciler, bir metalik kürenin, döndürüldüğünde ya da ovulduğunda küçük objeleri çektiğini, kıvılcımlar çıkardığını keşfettiler. Ama 1720'lerde, iki İngiliz deney-






1746 tarihinde Van Musschenbroek tarafından keşfedilen Leyden kavanozu, bir tür elektrik kondansatörüdür. Sağ tarafta dönen cam kürenin ürettiği statik elektriği soldaki su kavanozuna iletir. Musschenbroek suyla temasını kestiğinde çok şiddetli bir şok yedi. Resmin arka planı, keşfedilen yeni gücün dolaşımını ve elektriğin ince bir maddenin akımı olduğu düşüncesini akla getirmektedir. Nollet'nin *Essai sur l'electricite des corps* adlı eserinden, 746.

ci Francis Hauksbee (1666-1713) ve Stephen Gray (1666-1736) içi boş cam küreleri bir mihver etrafında döndürerek kıvılcım ya da parlak ışık üreten ve objelerin birbirlerini çekmelerini sağlayan statik jeneratörler yaptıklarında elektriğe olan ilgi gerçekten arttı. Hauksbee ve Gray, elektrik gücünün, ipek gibi bazı maddeler üzerinde yüzlerce metre taşınabildiğini ama çok kalın bazı maddelerden mesela ağır pirinç tellerden iletilmeyi reddettiğini gözlemleyince



Georg Richman'ın ölümü. Elektrik üzerine çalışan erken dönem deneyciler yeni gücün tehlikelerinden pek haberdar değillerdi. 1753 yılında St. Petersburg'daki bir fırtına esnasında Richman, Franklin'in şimşek indirme deneyini tekrarlıyordu. Ama kendisini topraktan yalıtmayı ihmal etmişti ve şiddetli bir elektrik çarpması sonucu yaşamını yitirdi. Bu dramatik resim o çağa ait değildir, bir on dokuzuncu yüzyıl sanatçısının hadiseye ilişkin yorumunu yansıtır.

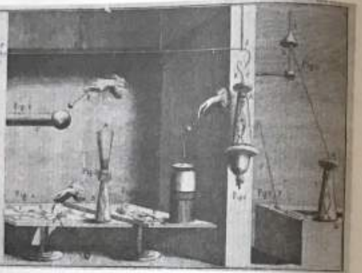
kafa karışıklığına düştüler. Böylece hem iletkenlik hem direnç keşfedilmiş oluyordu. Elektrik akımının, odanın bir ucundan diğer ucuna taşınarak, alkollü buharları tutuşturduğu tuhaf deneyler yaptılar. Hauksbee ve Gray, üzerinde araştırmalar yaptıkları bu kuvveti ifade etmekte geleneksel bir dil kullandılar ve elektriğin maddi objelerde bulunan ve uygun koşullarda açığa çıkarılabilen, ince, akışkan ve gerçek bir fiziksel varlık olduğunu iddia ettiler. Bu tuhaf gücün doğasına ilişkin dikkate değer bir heyecan ortaya çıktı. Ölümünden



hemen önce Gray konik bir sarkacın elektrikli bir cisim etrafında döndüğünü keşfetti ve bu hareketle, gezegenlerin Güneş etrafındaki hareketleri arasında hemen bir ilişki kurdu. Eğer Tanrı kendisine biraz daha ömür bahşederse, yeni bir tür Güneş sistemi modeli inşa ederek ve Büyük Evren Sisteminin hareketlerini kesin biçimde açıklayarak dünyayı sarsacağını yazdı.

1746 tarihinde Leidenli Petrus van Musschenbroek (1692-1761) elektrik akışkanının da diğer maddeler gibi depolanıp depolanamayacağını sınamaya karar verdiğinde, bu yeni gücün yalıtımına ilişkin ilk önemli teşebbüs gerçekleşmiş oldu. Musschenbroek, statik bir dinamoyu metalle kaplı bir su şişesine bağladı ve böylece ilk şarj olayı meydana geldi. Musschenbroek şişedeki metal çubuğa dokunduğunda öyle kuvvetli bir şok yedi ki tüm Fransız krallığının hatırına bile, deneyi bir daha tekrarlamayacağına yemin etti. Leiden kavanozunun şöhreti (ki daha sonra "kondansatör" ya da "kapasitör" olarak adlandırıldı) kısa sürede hızla yayıldı ve kavanozun depoladığı elektrik gücü, kadınların ve erkeklerin el ele tutuşarak daire oldukları ve elektriklendikleri salon oyunlarının ortaya çıkmasına ve elektrik üzerine yapılan deneylerin gelişmesine imkân sağladı. Amerika'da Benjamin Franklin (1706-1790) yıldırımın da, bir Leiden kavanozunda oluşan şarjla temsil edilebilecek doğal bir elektrik olduğunu keşfetti. Franklin'in bulguları, elektriğin eğlenceli salon oyunlarına malzeme olmanın ötesinde, muazzam bir doğal güç olduğunu gösteriyordu. Franklin'in yıldırımla ilgili deneylerini heyecanla tekrarlamaya girişen Georg Richman (1711-1753) elektrik kuvvetini ölçmek için bir yöntem geliştirmeye çalıştı. Richman, St. Petersburg'daki evinde bir yıldırım iletkeni kurdu ve 1753 yazındaki bir fırtınada elektrometresini okurken, elektrik çarpması sonucu öldü. Bu olay bilim dünyasını şok etti. Elektriği ölçmeye yönelik ilk başarılı girişim Fransız mühendis Charles Coulomb'dan (1736-1806) geldi. Coulomb, elektrik gücünün, elektrik yükü taşıyan ve bu nedenle birbirlerini karşılıklı olarak iten iki nesnenin bir araya gelmesiyle oluştuğunu göstererek bir burulma terazisi[1] geliştirdi. Coulomb'un bulguları son derece ilginçti çünkü Newton'un yerçekimine ilişkin keşfettiği ters kare yasasının elektrik çekimi için de geçerli olduğunu ortaya koyuyordu: Kuvvet, elektrik yükü taşıyan ve taşımayan cisimler arasındaki uzaklığın karesine göre değişmekteydi.

[1] Çok küçük kuvvetleri, bir tele uyguladıkları burulmayla ölçen alet olup "torsiyon balansı" olarak da bilinir. (ç.n.)



Galvanizm ya da yaşam elektriği. Luigi Galvani kurbağanın bacaklarının elektrostatik bir jeneratörle ya da nemli bir ortamdaki iki farklı metalle temas ettirildiğinde seğirdiğini fark etti. Yaşam elektriğinin yaşamın kendisiyle derinden ilgili olduğu sonucuna vardı. Bu fikir, Volta'nın aynı konuya ilişkin bir başka açıklamasını takiben, uzun süre ayakta kaldı. Galvani'nin De viribus electricitatis'inden, 1791.

1790'lara kadarki tüm bu deneyler, elektriğin bilinen tek biçimi olan statik elektriğin kullanımına ilişkindi. Elektrik akımıysa şans eseri ortaya çıktı. Luigi Galvani, ölü bir kurbağanın sinirleri bir elektrik miliyle temas ettirildiğinde, hayvanın kaslarının seğirdiğini gözlemleyerek "yaşam elektriği" kuramını ortaya attı. Çağdaşı Alessandro Volta (1745-1827) Galvani'nin deneylerini sürdürdü ve tamamen farklı bir sonuca ulaştı. Volta kaslarda meydana gelen kasılmaların, aslında farklı metal millerin nemli bir ortamda birbirleriyle temas etmesinden kaynaklandığını keşfetti. İki farklı metali nemli bir ortamda birbirlerine temas ettirerek, küçük çaplı elektrik etkiler elde etti ve görüşünü doğruladı. İki farklı metal şerit dile aynı anda değdirildiğinde oluşan karıncalanma bunun bir örneğiydi. Bu konudaki nihai karar, Volta pilinin keşfiyle ortaya çıktı. Volta pili, tuzlu su ya da asitle ıslatılmış bir kâğıt parçasıyla birbirlerinden ayrılan ama iletken bir şerit vasıtasıyla birbirlerine bağlanan çinko ve bakır disk dizilerinden oluşmaktaydı. Birden çok pil birbirine bağlanarak elde edilen kuvvet artırılabiliyor ve bu sayede düzenli bir elektrik akımı sağlanabiliyordu. Volta'nın 1800 tarihinde yaptığı bu alet, ilk pil ya da batarya oldu. Bunun tek mümkün açıklaması, metaller arasında bir kimyasal tepkimenin ortaya çıktığı ve kuvvetin de bu tepkimeden kaynaklandığı var-



sayımıydı. Pil kısmen suya batırıldığında metallerden gaz baloncukları çıkmaktaydı. Bu gözlem büyük bir ilgi uyandırdı: hidrojen ve oksijen birbirlerinden ayrıştığı için kaptaki su giderek azalıyordu. Bulgular son derece kafa karıştırıcıydı; fizikle kimya arasında yeni bir sentezi gerekli kılıyordu ve bu sentezin gerçekleştirilmesi için uzun yıllar geçmesi gerekecekti.

Volta, ölçümleme ve enstrümantasyonun önem kazandığı ve daha belirgin bir hal aldığı sonraki yüzyıllarda, adı anılmaya devam edecek olan on sekizinci yüzyıl düşünürlerinden biriydi: Volta, Ampere, Coulomb elektrik, Fahrenheit ve Celsius ısı alanında ölümsüz isimler oldular. Isı, ışık ve ses gibi kuvvetler fizikçiler için en zorlu alanları temsil ediyorlardı çünkü bu kuvvetlerin parçacıklardan meydana geldiğine, ölçümlemeye direndiklerine ve bu yüzden tartılamaz, ölçülemez akışkanlar olduklarına inanılıyordu. Termometreler on yedinci yüzyılda ortaya çıktılar ama ölçekleri gelişigüzeldi. Bilimde kullanılabilmeleri için, sabit üst ve alt değerler üzerinde anlaşılması ve bir ölçümleme ilkesi geliştirilmesi gerekiyordu. Bu biraz zaman aldı. Prusyalı bir alet yapımcısı olan Daniel Fahrenheit (1686-1736) 1708 yılında Danimarkalı astronom Ole Romer'i ziyaret etti ve onun dar bir tüpe ispirto doldurarak termometreler yaptığını, buzun ve kanın ısısını alt ve üst değerler olarak kullandığını gördü. Romer yöntemlerini yayımlayamadan öldü ama Fahrenheit onun çalışmalarını devam ettirdi. Cıvayı baz alarak 90 dereceyi kan ısısı, 30 dereceyi donma noktası olarak kabul etti. Bu aleti Kuzey Avrupa'da meteorolojik amaçlı kullanmak istiyordu. Bu ölçeğe göre, suyun 212 derecede kaynadığını keşfetti ve kısa sürede sistemi tamamladı. İsveçli Anders Celsius (1701-1744), Fahrenheit'inkine alternatif bir sistem geliştirdi ama tuhaf bir biçimde, 0'ı suyun kaynama noktası ve 100'ü donma noktası olarak kabul etti. Linnaeus, ölçeği ters çevirmesinin daha mantıklı olacağını söyledi ve bu biçimiyle sistem geniş bir kullanıma erişti.

Fahrenheit gibi alet yapımcıları bilim felsefesiyle genellikle ilgilenmiyor, deneyimin keşif sahasında çalışmakla yetiniyorlardı. Ama ısının ölçülmesi için geliştirilen sistemler geniş çaplı neticeler doğurdu. Eğer üzerinde hemfikir olunan dereceleme sistemleri olmasaydı İskoç fizikçi Joseph Black (1728-1799) ısı bilimindeki öncül rolünü oynayamayabilirdi. Black ısının, sıcaklıkta artış sağlamak için gerekli olduğunu savunan görüşün bütün cisimler için geçerli olmadığını ve farklı maddelerin farklı özgül ısılara sahip bulunduklarını kanıtlamayı başardı. Böylece sıcaklık ve ısının birbirlerinden tamamen farklı kav-

ramlar olduklarını gösterdi. Black aynı zamanda "iç ısı" (erime-buharlaşma ısısı) kavramını geliştirdi. Isı, maddenin sıcaklığında bir değişiklik meydana getirmeksizin, onu bir halden diğerine, mesela sıvı halden gaz haline dönüştürebilmekteydi. Bu sürecin tersinirliği, buhar makinelerinin çalışma prensibi olacaktı. Pratik zeka ve becerileriyle pozitif bilimlere muazzam katkılarda bulunan diğer alet yapımcıları, boylamların belirlenmesinde kullanılan bir kronometreyle denizcilikte devrim yapan John Harrison (1692-1776) ve otomat bir mekanizmayı bir teleskopla birleştirerek, gökyüzündeki herhangi bir noktayı görünürde tutan bir alet tasarlayan Jesse Ramsden (1732-1800) idi.

Onsekizinci yüzyılda ölçümleme konusundaki en görünür adım ondalık sistemin keşfi olmuştur. Avrupa'da, sabit ağırlık ve ölçü birimlerini belirlemeye yönelik reform, bir yüzyıldan uzun bir süre tartışıldı tâ ki Fransız Devrimi eski sistemin terk edilmesi için gerekli psikolojik ortamı sağlayana dek. 1790 yılında Bilimler Akademisi, Ulusal Meclis'e bir yazı yazarak, rasyonel bir ölçü sistemi olarak dünyanın kendisinin kullanılmasını önerdi. Kuzey Kutbu'ndan ekvatora kadarki meridyen ölçümlenmeli ve bunun on milyonda biri bir metre olarak adlandırılmalıydı. Kral XIV. Louis hapishane hücresinden bir emirname yayımlayarak iki önemli mimarın, Jean Baptiste Delambre (1742-1822) ve Pierre Mechain'in (1744-1804) bu konuda çalışmalara başlamasını istedi. İki bilim adamı, savaşın ve devrimin sisleri altında ve üstelik metre diye bir şey henüz mevcut değilken, altı yıl boyunca Barcelona'dan Dunkirk'e kadarki yayı ölçtüler. Nihayet yeni sistem 1799 yılında Fransa'da, "tüm insanlar ve tüm zamanlar için" geçerli olmak üzere yasalaştı. Eş zamanlı olarak, arı suyun bir santimetre küp ağırlığına eşit olan "gram" yeni ağırlık birimi olarak belirlendi ve platinyumdan, çok hassas bir kilogram yapıldı. Tüm kenarları on santimetre olan bir küpün hacmi, bir "litre" olarak belirlendi. Fransa'nın Avrupa siyasetindeki etkisi yeni sistemin tüm Avrupa'ya yayılmasını sağladı ama Lamarkçı evrim anlayışının genel kabul görmesi için gerektiği gibi bu yeni sistemin genel kabul görmesi için de iki üç nesil geçmesi gerekti.

## Doğa, Tanrı ve İnsan

1714 yılında William Derham, Newtoncu astronomi hakkında şöyle yazmıştır: "Bu sistem akla en yatkın ve en muhtemel sistemdir çünkü olası sistemlerin en mükemmeli ve Sonsuz Yaratıcı'ya en çok yakı-



şanıdır." Derham (1657-1735) bir Anglikan rahipti, sosyal biriydi, kabiliyetli bir amatör bilimci ve Kraliyet Derneği üyesiydi. İki orijinal çalışması *Physico-Theology* (1713) ve *Astro-Theology* (1714), konularını Tanrının doğada ve kozmik düzende tecelli eden ihtişamından alıyordu. Derham, Kopernik'in, Bruno'nun ve Galileo'nun yaşadığı yüzyılda çok radikal ve tehlikeli bir inanç olarak görülen evrenin sınırsızlığı düşüncesini heyecanla benimsiyordu çünkü sonsuz bir evrenin, Tanrı'nın yaratıcı gücünü daha muhteşem bir şekilde gözler önüne serdiğini düşünüyordu. Her sabit yıldızın bir güneş olduğunu kabul etti; belki bu güneşlerin etrafında da gezegenler dönüyor ve belki bu güneşler de bizimkine benzer yaşamları destekliyorlardı. Bu, üzerinde durulmaya değecek yenilikte bir inançtır çünkü Hıristiyan düşüncesi evrenin varlığını, sadece insanın düşüşü ve kurtuluşu için bir sahne olarak telakki ediyordu. Derham'ın döneminde ifade edildiği şekliyle "dünyaların çokluğu" düşüncesi, dinî inanışın kalbinde yatan, Tanrı ve insan dünyası arasındaki kişisel ilişkinin altını oyuyor, bu sahnenin duvarlarını yıkıyordu. Yine de Derham düşüncelerinin içerdiği manalara ilişkin bir endişe duymuyordu. Çünkü yeni bilimin ortaya koyduğu yeni düşünceler, üstün bir dinî düşünceye kolayca dönüştürülebiliyordu: Doğadaki çeşitliliğin ardındaki yasalar öyle güçlüydü ki, doğanın karmaşıklığına ilişkin her yeni delil, Tanrı'nın her şeye kâdirliğine de yeni bir kanıt oluyor ve hoş karşılanıyordu.

Derham'ın ölümünden otuz yıl sonra Baron d'Holbach, sosyal ve fikrî gerilimlerin tahammül edilemez bir noktaya vardığı Fransa'da şunları yazıyordu: "Teoloji, doğal süreçlere yönelik bilgisizliğin yol açtığı bir sistemden başka bir şey değildir." Ve şöyle devam ediyordu: "İnsan bazı olguların varlığını Tanrılara atfetmekle... aslında kendi zihninin karanlıkları yerine Tanrısal gücü ikâme etmekten başka bir şey yapmıyor. Bu ses onun huşu dolu bir saygıyla dinlemeye alışkın olduğu bir ses değil midir?" Diderot ve *Ansiklopedi* etrafında kümelenen düşünürler arasında d'Holbach (1723-1789) belki en tavizsiz ateistti. Ona göre doğa, kontrol edici bir akla gereksinmeyen, kendi kendine yeterli bir mekanizmaydı ve doğanın araştırılması olarak bilim, salt seküler bir uğraştı. Tanrı, insanın doğanın sırlarına yönelik cehaletinin bir göstergesiydi ve bilim geliştikçe evren mitoslardan arınacaktı. Bu inancın ardında, işleyişiyle rasyonel çalışma için meşru bir zemin hazırlayan Dekartçı mekanizm modeli yatmaktadır. Fransız felsefeciler bu modelin, özellikle insan aklına ilişkin çıkarımlarıyla ilgilendiler. Eğer insan doğal bir varlıksa, varlığı analiz edilebilmeli

ve diğer canlı formlarıyla ilişkilendirilebilmelidir. Böylece bilim siyasi bir boyut kazanmıştır. İnsan toplumunu karmaşıklaştıran sınıf ve güç farklılıklarının kaynağı doğa mıdır? Pasifik'te "asil vahşilerin" keşfi, insanın köken itibariyle özgür ve eşit bir durumda olduğu ihtimalini doğurdu. Eğer böyleyse, o zaman medeni topluma giden tarihi süreç, gücün, seçkin bir sınıfın elinde toplanmasına yönelik bir komplo süreci şeklinde yorumlanabilirdi; görev ve itaat gibi dinî fikirlerce desteklenen bir komplo. Böylece bilimsel doğa anlayışı, Fransız düşünürlerin ellerinde, insanın kendisine ilişkin güçlü ve uzun süre saklı kalmış politik gerçekleri açığa çıkaracağına inanılan bir alet haline geldi. Bilim, geleneksel inançları eleştirmek ve yıkmak adına taşıdığı gücün bilincine varmış bulunuyordu. Hakikate yönelik diğer yaklaşımlardan ayrı olarak, seküler, radikal ve özel bir otorite hüviyeti kazandı. Bu model öncelikle on sekizinci yüzyıl Fransa'sının sosyal ve politik gerilimleri arasında doğmuştur. İngiltere ve Almanya'da pek az destek buldu ama deistlerin ve rasyonel teologların tüm çabalarına rağmen yaygın bir kabul gördü.

On sekizinci yüzyıl bilimi, Laplace matematiği, Linnaeus taksonomisi ya da Wolff embriyolojisi gibi bazı alanlarda titiz, düzen koyucu ve kalıcı değerdeydi. Bununla beraber hayalci teoriler konusunda da üretken bir yüzyıl oldu. Esir, filojiston, yaşam elektriği vs., gerçekte temeli olmayan ama bazı olguları açıklayabildikleri için geniş onay gören kavramlardan birkaçıdır. Almanya'da insan aklı ve Tanrısal akıl arasında varsayımsal bir ilişki kuran bir düşünce okulu ortaya çıktı. Doğa felsefesi, bazı büyük felsefecilerin desteğini kazandı. Kant, Schelling ve Goethe doğanın organik bütünlüğünü vurguladılar. Bu düşünce Romantizmle açık bir ilişki içindeydi ve etkisi on dokuzuncu yüzyıl boyunca hissedildi: Biyolojide vitalist geleneği kuvvetlendirdi; fizikte, elektrik ve manyetizma arasındaki ilişkiyi araştıran Oersted gibi bilimcileri teşvik etti. Bu dönemde kullanılan bilimsel dilin ayırt edici özelliği, "asli anlam", "ilksel", "arketipsel" anlamlarına gelen "ön, ilk" (*ur-*) ön ekidir. İlk-maddeler, ilk-yaşam formları, ilk-kayalar vesaire... Doğada görülen çokluk, bu ilk maddelerden türemiştir. Onsekizinci yüzyıl, artık demode hale gelen astroloji ve simya gibi disiplinlerin yerini alan mesmerizm ve fizyonomi gibi sahte bilimlerin doğuşuna da şahitlik etti. Yaşam elektriği gibi düşüncelerin ortaya çıkmış olmasının nedeni, matematik ve astronomi hariç, diğer bilimsel alanlarda, temel bilimsel konularda henüz gerçek bir uzlaşımın mevcut olmamasıydı. Empirizm ve deneycilik, bilim için en doğru temeller olarak kabul edi-



liyor ama elde edilen verileri yorumlamak ve kavramsal bir çerçeveye oturtmak gerekiyordu. Bu konuda en ilginç örneklerden biri, jeoloji ve paleontoloji alanında yıllar süren araştırmalar yapan Emanuel Swedenborg'dur (1688-1772). Yeryüzüne ve gökyüzüne ilişkin görüşlerinde önceleri Dekartçılığın etkisinde kalan Swedenborg, beden-ruh sorunuyla artan biçimde ilgilenmeye başladı ve zihin, irade ve ruhun işleyişlerini de kapsayan bir fizyoloji geliştirmeye çalıştı. Yeterli bilimsel rehberliğe sahip olmayan Swedenborg, giderek hayali ve mistik bir dile döndü. Ruh-beden münasebetleri de zaten böyle bir dil için daima verimli bir alan olmuştur. Swedenborg önceleri, doğa mekanizmalarını analiz etmekte son derece başarılı olan Dekartçı bilimin etkisindeydi ama bu sistemin vaatlerini yerine getirmekteki yetersizliğini görünce dinî imgelem alanına döndü. On sekizinci yüzyıl biliminin yetersizliği ve farklı ulusal okulların, bilim felsefesi alanında ortaya koydukları görüşlerin birbirlerinden köklü biçimde farklı olması, bilimin, salt bilgi değil geçici bir kayıt, tarihî koşullara dayalı bir inançlar sistemi olduğunu düşündürüyor: Bilim dili, olgulara ilişkin nihaî açıklamalar getirmez, ama doğayı, çağın inanışlarına uygun biçimde her seferinde yeni baştan betimler.

Yedinci Bölüm

# Makine

*Kozmolojik kuramın tüm bilgi alanını*
*teolojiden istiyoruz ve zorla alacağız.*
John Tyndall

## Sanayi Devrimi

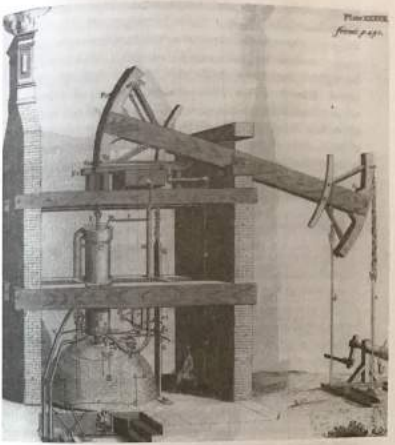
Shakespeare'in İngiltere'sinde Francis Bacon, bilginin güç olduğunu ilan etti ve insanın doğa güçlerini kontrol altına aldığı, bilim tarafından dönüştürülmüş bir toplumsal yapı öngördü. O gün için bu öngörü çok zayıf temellere dayanıyordu ve gerçekleşmesi de uzun yıllar aldı: Galileo, Harvey, Descartes, Newton, Buffon ve Laplace, Bacon'un aklına hayaline gelmeyecek yeni düşünce ufukları açtılar ama toplumun dayandığı maddi temeller değişmeksizin kaldı. 1780-1830 yılları arasında gerçekleşen Endüstri Devrimi, bilimi, teknolojinin de yardımıyla bir sosyal güç haline getirdi. Makineler milyonlarca insanın yaşamını etkiledi ve bilimin etkilerini görünür kıldı. Dünyanın yasalar ve mekanizmalarla işlediği, bu yasa ve mekanizmaların insan tarafından keşfedilip kontrol altına alınabileceği kanıtlandı. Macaulay 1860 yılında, bilime o meşhur övgülerini düzerken aslında aklındaki şey teknolojinin ta kendisiydi: Savaşçıları yeni silahlarla donatan, büyük nehirlere köprüler kuran, gecenin karanlığını gün ışığıyla aydınlatan, insan kaslarının gücünü katlayan, hızı artırarak mesafeleri yok eden ve insanı denizin derinlerine indirip havalara uçuran makinelerden söz ediyordu.

Bilim tarihinin en ilginç paradokslarından biri, makine kültürünün teorik bilimden yalıtılmış bir şekilde ortaya çıkmış ve gelişmiş olmasıdır. Erken dönem makinelerin atası buhar makineleriydi; daha doğru bir ifadeyle atmosferik makineler. Ancak bu ilk makineleri inşa eden-

ler, fizikte ya da bilimin herhangi bir sahasında kuramsal bir altyapıya sahip değillerdi. Ama buhar pompasının mucidi Thomas Savery'nin (1650-1715) vakum prensibinden haberdar olmadığını savunmak yine de pek inandırıcı değildir. Savery'nin pompası madenlerden su çıkarmak için tasarlanmıştı ve 1698 gibi erken bir tarihte patentlenmişti. Elle çalıştırılan valflar dışında hiçbir hareketli parça içermiyordu. Buhar bir kazandan bir boruya doluyor, soğuk suyla haricî olarak soğutuluyordu. Oluşan kısmî vakum, suyu madenden çekiyor ama atmosfer basıncı nedeniyle su en fazla on metre civarına çıkabiliyordu. Makine döngüsel bir işleyişe sahipti ve bu hareket dakikada beş kez tekrar ediyordu. Bildiğimiz kadarıyla, bu tipte sadece dört makine yapıldı ve ne kadar etkili çalıştıklarına ilişkin bir kayıt yoktur. Bu yüzden Savery'nin makinesi, diğer gelişmiş makinelere ilham olmadı ve teknoloji tarihinde büyük bir rol oynamadı. Thomas Newcomen'in (1663-1729) tasarladığı makine de Savery'ninkiyle aynı prensiple işliyordu ancak bu makinede vakum, pompa çubuğunu indirip kaldıran büyük bir yatay kirişe bağlı bir pistonu çalıştırmakta kullanılıyordu. Bu makinede elle hareket ettirilen valfler bulunmuyordu ve makine dakikada on iki döngü yapabiliyordu. 1712'de ortaya çıkışından sonraki seksen yıl boyunca İngiltere'de yüzlerce Newcomen makinesi yapıldı ama Newcomen, makinelerinin işleyişine ilişkin hiçbir bilimsel çalışma yayımlamadı ve bilim camiasıyla da, bildiğimiz kadarıyla, bir teması yoktu.

Modern mühendislik terimleriyle ele alındığında, Newcomen makinesi çok etkisiz bir makineydi çünkü buharı sırasıyla bir ısıtıp bir soğutuyor ve içine konulan çok büyük miktardaki yakıtın önemli bir kısmı bu yolda israf oluyordu. Bu türlü bir makinenin yapımı için bir demir madeni, çalışması için de bir kömür madeni gerektiği söyleniyordu. 1765 yılında, makineye buharı yoğunlaştıracak ikinci bir bölme ekleyerek piston haznesini sıcak tutmayı başaran James Watt (1736-1819) sorunu parlak biçimde çözmüş oldu. Bu yöntemle bir Newcomen makinesinin harcadığı yakıtın dörtte üçünden tasarruf edilebiliyordu. Watt ayrıca buhar basıncını pistonu yukarı kaldırmakta da kullanarak çift etki ilkesini buldu ve makineye büyük bir volan ekleyerek ileri geri piston hareketini döner harekete dönüştürmeyi başardı. Watt'ın sağladığı yenilikler güç kaynağını çok geliştirdi ve makineleri madenlerde pompalama işlerinde kullanılmaktan öte, başka birçok işte de kullanılmaya elverişli hale getirdi. Tekstil makineleri, imalat makineleri, matkap makineleri, ocaklara hava üflemekte kullanılan mekanizmalar, metal işlerinde kullanılabilen tornalar ve silindirler yapıldı. Buhar makineleri yüzyılın sonuna doğru o kadar yaygınlaştı ki buhar gücü-





Newcomen makinesi, 1712 gibi erken bir tarihte ortaya çıktı ve on sekizinci yüzyıl İngiltere'sinde bunlardan yüzlercesi yapıldı. Çalışması, yoğunlaştırılmış buhardan yükselen kısmî vakumla mümkün olmaktadır. Dolayısıyla, kelimenin gerçek anlamıyla bir buhar makinesi olmaktan ziyade bir atmosferik makinedir. Ama sanayiyi ve toplumu dönüştürecek bir güç devriminin başlangıcı olmuştur. Desaguliers'in *Course of Experimental Philosophy* adlı eserinden, 1744.

nün ölçülebilmesi için bir birim belirlemek şart oldu ve bunun için *beygirgücü* kullanıldı.

Teknolojide hayatî ölçüde önem taşıyan başka devrimler de oldu ama bu devrimlerin hiçbiri bu yeni makinelerin uyandırdığı ilgi ve heyecanı uyandıramadı. Darby ailesi, yüksek kalitede demirin saflaştırılmasında odun kömürü yerine kömür kullanmaya başladı. Arkwright ve Hargreaves, tekstil sanayinde devrim yaptılar. Kil ve cam üzerine yapılan uzun süreli deneyler sonucu ortaya çıkan ve Wedgwood, Meissen ya da Sevres adını taşıyan çömlek ve porselenler, kibar sosyetenin

pek rağbet ettiği yeni teknolojik ürünler oldular. Ama bu alanların hiçbirinde teorik bilimin bir rolü olmamıştır. Bu gelişmeler, ticari kazanç kaygısıyla ya da mesleki mükemmelleşme amacıyla gerçekleştirilen ve zanaat becerisine dayanan deneysel araştırmalar olarak kaldılar. Ama her şeyden önemlisi bu makineler işliyor ve bilim adamlarını işleyişlerindeki ilkeler ve fizik kuvvetler üzerine düşünmeye, nasıl daha etkili kılınabileceklerine ilişkin arayışlara sevk ediyordu. Bu işin üstesinden ancak, fizik ve kimyada kuramsal bir dilin geliştirilmesiyle gelinebilirdi. Böylece teknoloji teorik bilimle etkileşime girdi. Araştırma merakı ve ticari potansiyellerine yönelik artan farkındalık nedeniyle bu iki alanda yeni bir ivme ortaya çıktı.

### Kimya Devrimi

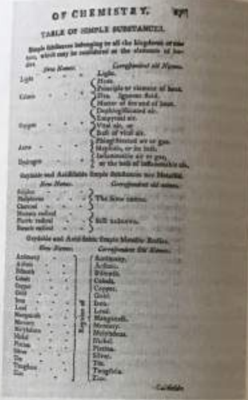
Belki en büyük düşünsel çabayı kimya bilimi gerektiriyordu; bu disiplini simyadaki köklerinden koparmak ve binlerce madde formunu düzene sokacak bir mantıksal çerçeve kurmak gerekiyordu. Kimyacılar yüzlerce yıl boyunca birçok olgu ve kavrayış biriktirmişlerdi ama bunlar hep birbirlerinden kopuk veriler olarak kaldılar. Büyüye dayalı varsayımlar dışında işleyen kimyasal süreçlere ilişkin hiçbir teori geliştirilemedi. Bu alanda büyük güçlükler vardı. Birçoğu görünemeyen, elle tutulamayan yüzlerce maddeyi ölçmek, tartmak ve element, bileşim, tepkime gibi temel kavramlardan oluşan bir dil geliştirmek gerekiyordu. Yanma olayı hâlâ değişimin başlıca vasıtası olarak görülüyordu ve bir dizi öncü düşünür yanmanın etkilerini adım adım açıklamaya çalıştı. Glasgow Üniversitesi'nde ısı kuramının öncülüğünü yapan Joseph Black, tebeşir ve magnezyumu ısıtıp, açığa çıkan gazları birleştirerek karbondioksiti elde etti ve bunu "sabit hava" olarak adlandırdı. Tebeşir ve magnezyum havayla temas ettirildiğinde sürecin tersinden işlediğini görerek şaşırdı. Böylece havanın farklı gazların karışımından meydana geldiğini öne sürdü. Black, yanma faaliyeti sonucu ortaya çıkan zarar ve faydayı göstermek için kesin denklemler kullandı ve mayalanma ile solunum esnasında da aynı sabit havanın ortaya çıktığını keşfetti. "Eğitimli adamlar içinde en zengini ve zenginlik üzerine en çok şeyi öğrenmiş olanı" münzevi Henry Cavendish (1731-1810) Coulomb'un elektrikte keşfettiği ters kare ilkesini önceden fark etmiş ama bulgularını yayımlamamıştı. Asitlerin etkilerinden yararlanarak



bazı metallerdeki hidrojeni açığa çıkardı ve böylece ilk kez uçucu bir gazı -hidrojeni- izole etmiş oldu. Bu gaz, filojiston olabilir miydi acaba? Görünüşe göre değildi, çünkü hidrojeni açığa çıkaran maddelerin kendileri yanıcı değillerdi. Ama saf hidrojen saf oksijenle birlikte yandığında geriye bir miktar su artığı kalıyordu. Bu durum Cavendish'i, suyun bu iki gazın bileşiminden meydana geldiğini düşünmeye itti. Joseph Priestley (1733-1804) bilimi siyasi radikalizmle birleştirmek konusunda İngiltere'de sıradışı biriydi. Öyle ki, Fransız Devrimi'ne duyduğu sempati nedeniyle Amerika'ya göç etmek zorunda kaldı. Priestley soda suyunun kaşifi olarak bilinir. Sabit havayı suya basarak, içime son derece elverişli bir sonuç elde etmişti. Ama daha önemlisi cıva oksidi ısıtıp, çıkan gazı toplayarak oksijeni izole etmiş olmasıdır. Bunu "deflojistik[1] hava" olarak adlandırdı çünkü parlak biçimde yanıyordu. Priestley filojistona duyduğu inancı asla terk etmedi. Bu da elde ettiği sonuçları açıklarken kendisi için bir handikap oldu. Bitkilerin havadaki gazları içlerine çekerek arıttıklarını ve havayı solunabilir hale getirdiklerini gördü ve bu fikri temellendirdi.

Bu geç on sekizinci yüzyıl kimyagerleri denklemler ve dikkatli ölçümlemeler yardımıyla, ateş ya da asidin açıkça gözlemlenen yıkıcı etkisine rağmen, kimyasal tepkimeler esnasında maddenin korunduğu ilkesini temellendirdiler; maddenin bu tepkimeler esnasında biçimi değişiyordu ama bileşimlerindeki parçacıkların sayı ve nitelikleri hep aynı kalıyordu. Priestley 1774 yılında Paris'e gitti ve orada büyük bir bilim adamı olan Antonie Lavoisier (1743-1794) ile buluştu. Ona deflojistik havadan söz etti. Lavoisier de maddenin korunumu öğretisini benimsemişti. Yoğunlaştırılmış buharlarla yaptığı temel bir deney sonucunda, yoğunlaştırılmış buharın, buharlaşmış suyun ağırlığına eşit olduğunu buldu. Priestley'in oksijen elde etmekte kullandığı deneyi tekrarladı ve çeşitli maddeleri oksijenli havada yaktı. Titiz ölçümler sonucu yanma esnasında maddelerin oksijenle birleştikleri ve filojiston kuramının bir yanılgı olduğu sonucuna vardı. Bu sonuç devrim mahiyetindeydi. Lavoisier tüm maddelerin, küçük temel parçacıklardan oluştuğunu ve bu parçacıkların bölünmez bir yapıda olduklarını iddia etti. Bu elementler neredeyse sınırsız çeşitlilikte bileşimlerde biraraya gelmekteydi: "Sanat ve doğanın tüm işlerinde" diye yazdı, "hiçbir şey

[1] Cisimlerin yanmasını sağladığına inanılan hayali filojiston ile bağlantılı bir sözcüktür. Bu cismin açığa çıkmış hali olduğuna inandığı için Priestley sözkonusu gaza bu adı vermiştir. (ç.n.)



OF CHEMISTRY.

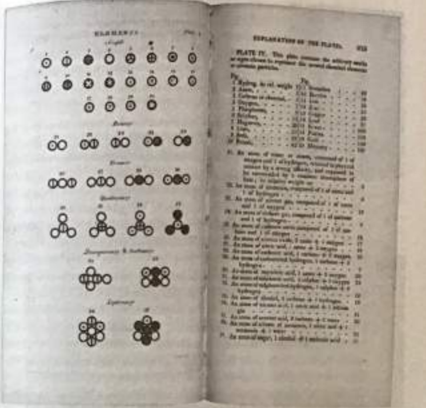
TABLE OF SIMPLE SUBSTANCES.

| | |
|---|---|
| Antimony | Antimony. |
| Arsenic | Arsenic. |
| Bismuth | Bismuth. |
| Cobalt | Cobalt. |
| Copper | Copper. |
| Gold | Gold. |
| Iron | Iron. |
| Lead | Lead. |
| Manganese | Manganese. |
| Mercury | Mercury. |
| Molybdena | Molybdena. |
| Nickel | Nickel. |
| Platina | Platina. |
| Silver | Silver. |
| Tin | Tin. |
| Tungstein | Tungstein. |
| Zinc | Zinc. |

Lavoisier'in elementler tablosu; 1790 tarihli *Elements of Chemistry* adlı eserinden. Oksijen sözcüğünü Lavoisier türetti. Çünkü oksijenin, tüm asitlerin (Yunancada *oxys* sözcüğü ile ifade edilir) bir bileşeni olduğuna inanıyordu. Azot -cansız hava- nitrojendir. Bu gazlar önceleri havanın formları olarak kabul edildi ama Lavoisier bunların elementler olduklarını keşfetti. Ancak ışık ve ısının bile element olduğunu düşünüyordu.

yoktan meydana gelmez: Elementlerin nitelik ve nicelikleri hep aynı kalır ve değişim, elementlerin kombinasyonlarında meydana gelen değişikliklerden ibarettir". 1789 tarihli klasik yapıtı *Traite elementaire de chimie*'de, Lavoisier *kalorik* gibi hayali bazı elementlerin mevcudiyetini kabul etmiş ve ışığı da bir element olarak görmek yanılgısına düşmüş olsa da modern elementlerden yirmi üçünü doğru bir şekilde belirlemeyi başardı. Böylece klasik dört element öğretisini tasfiye ediyor ve bunun yerine bir elementler tablosu koyuyordu. Aynı ölçüde temel bir reform da kimya dilinde gerçekleşti: Lavoisier, kimyasal maddelerin kökenleri ve işlevleriyle isimlendirilmelerini önerdi. Bunun üzerine oksijenin tüm asitlerde bulunan bir öğe olduğuna inandığı için bu maddeye "asit yapan" anlamına gelen *oksijen* adını verdi. Antik simya terimleri olan *aqua fortis* ve zaç yağı sırasıyla nitrik asit ve sülfürik asit oldular. Suyun oksijene ve suyu meydana getiren diğer unsura çözünebildiğini kabul ederek, bu diğer unsuru, "su yapan" anlamına





Dalton'un elementler tablosu; 1808 tarihli *New System of Chemical Philosophy* adlı eserinden. Dalton'un eşsiz katkısı, en hafif element olan hidrojenin ağırlığını bir birim olarak kullanmak suretiyle, yirmi elementin atom ağırlıklarını belirlemiş olmasıdır. Elementler için bir grafik semboller dizisi geliştirdi ama bu sembol sistemi kimyacılar için pek kullanışsızdı.

gelen *hidrojen* olarak adlandırdı. Bu yeni dil mantıksaldı, iç tutarlığa sahipti ve mucidini modern kimyanın kurucusu haline getirdi. Lavoisier, imalat, tarım ve hijyen gibi birçok genel ve sosyal sorunla da ilgilendi. Reformcular tarafından trajik ve beklenmedik bir şekilde öldürülmesi ise, eski rejimle kurduğu talihsiz ilişkilerin sonucuydu.

Ama Lavoisier belli elementlerin nasıl ve neden birleştiklerini, buna karşılık belli bazılarının neden ve nasıl birleşemediklerini açıklayamadı; bileşim hangi düzeyde meydana gelmekteydi ve iki elementin birbiriyle teması neden her seferinde, zorunlu olarak bir tepkime meydana getirmiyordu? Bu soruların cevaplanmasına giden yolda en önemli adım John Dalton'dan (1766-1844) geldi. Dalton, 1808 tarihli *New System of Chemical Philosophy*



John Dalton

adlı eserinde, sözkonusu kimyasal olayların atom düzeyinde meydana geldiklerini iddia etti. *Atom* antik bir kavramdı ama teorik bir olasılıktan öte değildi ve Aristotelesçi bilimde önemli bir rol oynamamıştı. On yedinci yüzyılda atomcu teoriye yönelik olarak yeniden baş gösteren ilgi büyük ölçüde, havanın ağırlığa ve çeşitli niteliklere sahip olduğunun keşfedilmesiyle ortaya çıkmıştı. Bu ağırlık ve nitelikler ancak, havanın elle tutulup gözle görülemeyecek kadar küçük olan ama yine de biraraya geldiklerinde belli bir kütle oluşturabilen parçacıklardan meydana geldiği varsayılarak açıklanabilirdi. Boyle, bu görüşü benimsemiş ve katılarla sıvılara da genişletmişti. Bu görüş Newton tarafından çok etkileyici biçimde ifade edilmişti: "Tanrı, başlangıçta maddeyi, katı, kütlesi olan, parçalanamaz ve hareketli parçacıklardan meydana getirdi... yok edilemeyecek ya da parçalara ayrılamayacak kadar katı parçalar; Tanrı'nın ilk yaratılışta, bir anda meydana getirdiğini hiçbir güç bölemez." Lavoisier'in çağdaşı Joseph Louis Proust 1794 yılında sabit oranlar ilkesini açıkladığında, bu ilkenin kimyasal bileşimlerle nasıl ilişkilendirilebileceği üstü kapalı olarak ifade edilmiş oldu. Proust, bilinen bileşimleri, bileşenlerine ayırarak bu bileşimlerin hep aynı oranda elementler içerdiklerini ve aynı ağırlıkta olduklarını gördü. Mesela bakır karbonat daima beş parça bakır, dört parça oksijen ve bir parça karbon içeriyordu. Dalton bu konu üzerinde düşündü ve sonunda, eğer bileşimin atom düzeyinde gerçekleştiği kabul edilirse bu meselenin açıklığa kavuşturulmuş olacağı sonucuna vardı. Farklı maddelerin farklı ağırlıklara sahip küçük parçacıkları birebir birleşerek bir bileşim meydana getirmekteydiler. Elbette Dalton atomları hiç görmemiş, onlara hiç dokunmamıştı. Ama kimyasal tepkimeyi açıklayabilen bütünlüklü bir ilke geliştirdi. En hafif element olan hidrojeni baz alarak, yirmi elementin ağırlıklarını hesaplayabildi. Böylece element ilk kez matematiksel bir tanım kazanmış oldu. Çünkü elementlerin atomları eşit ağırlıklara sahip değildi. Oksijenin ağırlığı 7, demirinki 50, en ağır element olan cıvanınki ise 167'ydi. Dalton aynı elementin farklı bileşimlerinin, atomlarının farklı oranlarda birleşmesinden kaynaklandığını gördü. Mesela karbondioksit, karbonmonoksitin ağırlığının iki katı oksijen içeriyordu. Maalesef Dalton terminoloji konusunda kafa karışıklığı içindeydi. Çünkü bile-



şimden kastı atomun kendisiydi. Oysa biz bugün bu bileşimleri *molekül* olarak adlandırıyoruz. Elementleri ifade etmekte bir grafik semboller sistemi önerdi ama önerdiği sistem pek açık değildi. Sonraları geliştirilen kimyasal denklemler için de pek kullanışlı olmadı. Bazı tutarsızlıklarına rağmen Dalton'un kuramı, sonraki fizik deneylerle doğruluğu kanıtlanan ve maddeye ilişkin (biraz karmaşık bir yapıda olsa da) modern kavrayışın temellerini atan dahiyane bir hamleydi.

İçine kapanık, dindar bir adam olan Dalton ile zengin, onura boğulan ve Londra'nın en ünlülerinden biri olan Sir Humphrey Davy'nin kariyerleri arasındakinden daha büyük bir zıtlık hayal edilemez. Davy'nin ilk tutkusu şiirdi ama sonra bilime geçti. Nitrooksitin, diğer deyişle gülme gazının anestezik ve histerik etkilerini göstererek sosyal bir başarı kazandı ve konferanslarını paralı hale getirmeden önce halka açık dersler veren bir düşünür olarak ünlendi. Elektrik üzerine gerçekleştirdiği deneylere döndü ve kimyasal tepkimeler Volta'nın gösterdiği gibi bir elektrik akımı üretebiliyorlarsa, elektrik akımının da kimyasal tepkimeler sonucu ortaya çıkıyor olabileceğini düşündü. Sodyum ve potasyumu izole etmek için Volta piline ilk kez elektroliz bağladı. Bu elementler öyle reaktifti ki doğada saf biçimde bulunmaları mümkün değildi. Davy'nin madenlerde kullanılmak üzere bulduğu emniyet lambası, bir ateşin ısısını, metalden, gazlı bir bez vasıtasıyla ışığından ustaca ayırmak esasına dayanıyordu; bu başarı Davy'yi bilim tarihinin belki ilk halk kahramanı haline getirdi. Davy büyük teorik keşifler sözkonusu olduğunda Dalton kadar güvenilir bir isim değildi ama kimya ile fizik arasındaki sınırı belirlemede öncülük etti. Öğrencisi Faraday bu gelişmeden parlak biçimde yararlandı.

1810 ve 1850 yılları arasında Avrupalı kimyacılar, Dalton'un belirlediği esaslar üzerine çok önemli teorik ilerlemeler sağladılar. Fransa'da, Devrim'den sonra bilim, Paris'teki Ecole Polytechnique çatısı altında, yükseköğrenim statüsünde birleştirildi ve bir düşünce geleneğinin temelleri atıldı. İngiltere'de bilimsel çalışmalar hâlâ özel ve amatör bir düzeyde gerçekleştiriliyordu. Joseph-Louis Gay-Lussac (1778-1850) Ecole'ün önce öğrencisi sonra hocası oldu. Gaz karışımlarında, Dalton'un iddia ettiği gibi ağırlıkların değil, hacim oranlarının (volumetrik) önemli olduğunu gösteren deneyler yaptı. Böylece su iki hacim hidrojen ile bir hacim oksijenden meydana gelmekteydi ve bu volumetrik yaklaşım bugün kullanmakta olduğumuz kimya diline giden yolu açtı. Su artık $H_2O$ olarak tarif ediliyordu, Dalton'un yaptığı gibi HO olarak değil. Atomik teoriyi volumetrikle birleştiren ilk isim

İtalyan kimyacı Amedeo Avogadro'dur (1776-1856). Belli elementlerdeki ve bütün bileşimlerdeki atomların bir atomik grup oluşturacak biçimde biraraya geldiklerini bularak, bu atomik grubu *molekül* (Latince: küçük kütle) sözcüğüyle adlandırdı. Böylece oksijen $O_2$'dir ve bir hacim karbondioksit meydana getirmek için bir hacim oksijenin yarısını, bir hacim karbonmonoksitle birleştirmek yeterlidir. Bu moleküller birbirlerinden ayrılabilirler ve kimyasal tepkimeler esnasında, atomlar aynı kalmak kaydıyla yeni biçimler oluşturmak üzere farklı şekillerde düzenlenebilirler. İşte "maddenin korunumu yasası" olarak bilinen kuralın temeli budur. Bu önemli bir adımdı ama geniş bir kabul görmedi çünkü bu erken dönem kimyacılar, pratik anlamda, her bir molekülde kaç atomun bulunduğunu pek bilmiyorlardı. İsveçli Jöns Berzelius (1779-1848) bugün de kullanmakta olduğumuz birçok harf sembolünü ilk kez kullanarak (*O, H, Fe, Au* vs.) kimyasal işaretler sistemini büyük ölçüde geliştirdi. Bu yeni sistem, Dalton'unkinin aksine genel bir kabul gördü ve kimyasal tepkimelerin tanımında denklemlerin kullanımını kolaylaştırdı. Ama Berzelius bir hidrojen atomundan olduğu kadar bir alkol atomundan da hâlâ söz edebiliyordu. Diğer bazı araştırmacılar, hacim ölçüm yöntemiyle suyu analiz ederek onun bir hidrojen ve yarım oksijen atomundan meydana geldiğini saptadılar. *Kataliz* ve *protein* gibi bazı temel kimya terimlerini türeten kişi de yine Berzelius'tur.

Yüzyılın ortasında kimya dili hâlâ çok değişken ve karmaşıktı; atomun fizik gerçekliğine tüm kimyacılar ya da fizikçiler henüz ikna olmuş değillerdi. Yine de atom öğretisi bir uzlaşma, işleyen bir varsayım sağlıyordu. Ama eğer kolejlerde bir disiplin olarak öğretilecekse, kimya dilinin kimya süreçlerine ilişkin tutarlı bir kavrayışı yansıtabilmesi, kimya biliminin sınırlarının belirginlik kazanması gerekiyordu. 1860 yılında ilk uluslararası kimya kongresi toplandı ve burada Stanislao Cannizzaro (1826-1910), Avogadro'nun atomlar, bileşik atomlar, moleküller ve bunların volumetrik analizlerine ilişkin düşüncelerinin benimsenmesi gerektiğini başarıyla savundu. Bu konferansın sonuçları, Lavoisier'in başlattığı kimya devriminde yeni bir zirve oldu. Atomların ve moleküllerin fiziki yapılarına ve onları birbirine bağlayan kuvvetlere ilişkin sorunlar elbette tümüyle ortadan kaldırılmış değildi ama artık bunlar fizik biliminin alanı olarak görülmeye başlanmıştı. Kimya bilimi, bilinen elli (ya da üzeri) elementin oluşturduğu binlerce olası tepkime ve bileşimi halihazırda sistematize etmiş bulunuyordu ve bu sayı, geliştirilen yeni analiz teknikleriyle sürekli artmaktaydı. En büyük teknik gelişme, ilk kez Joseph Fraunhofer tarafından, 1814 gibi erken






bir tarihte kullanılan spektroskopiydi. Ancak Gustav Kirchhoff ve Robert Bunsen 1859 yılında, farklı maddelerin, farklı ışık tayfları yaydıklarını; bu tayfların, parmak izleri kadar özgün bir yapıda olduklarını ve kaydedilip karşılaştırılabildiklerini gösterdiğinde spektroskopi daha büyük bir önem kazandı. Bu tekniğin sonuçlarından biri de çok daha fazla elementin atom ağırlıklarını bilinir kılması oldu. Böylece ağırlığın, atomların belirlenmesinde nesnel bir kıstas

Yeni kimya dili, 1818. Büyük İsveçli kimyacı Jöns Berzelius'un getirdiği yenilikler arasında, bugün de kullanmakta olduğumuz semboller sistemi de bulunmaktadır. Kalsiyum için *Ca*, magnezyum için *Mg* vesaire. Bu sistem Dalton'un sisteminden daha basitti ve kimya formüllerine çok daha iyi uyarlanabiliyordu.



Dmitri Mendeleyev

olduğu ve elementlerin bazı önemli özelliklerini açığa vurduğu anlaşıldı. Dmitri Mendeleyev (1834-1907) kimya alanında profesyonel bir hoca olarak, elementleri çok önemli bir düzende sınıflandırabileceğini, aralarındaki maddi ilişkileri gösterebileceğini keşfetti. 1869 yılında, *Kimyanın İlkeleri* (kitabın İngilizce çevirisi 1891 yılında yayımlanmıştır) isimli ders kitabı üzerine çalışırken, elementlerin, ağırlıklarına göre aşağıdan yukarıya doğru çizelge haline getirildiklerinde, bazı önemli nitelikler doğrultusunda kendiliklerinden gruplara ayrıldıklarını keşfetti. Böylece ağır metaller olan altın, cıva ve kurşun ayrı bir grupta, doğada bulunmayan alkali metaller, kalsiyum ve potasyum ayrı bir grupta, hafif ve paslanmaz metaller olan titanyum, vanadyum ve krom ise bir başka grupta toplanıyordu Böylece periyodik cetvel, teori ve pratiğin birbirini desteklediği, hayli pratik bir tasnif aracı oldu. Cetvelde bazı boşluklar vardı ve Mendeleyev sayısal dizide oluşan bu boşluklardan yola çıkarak, doğada henüz keşfedilemeyen başka bazı elementlerin bulunduğunu öngördü. Bu elementlerin daha sonra keşfedilmesiyle Mendeleyev'in teorileri doğrulanmış oldu. Şimdi atom sayısının (proton ve nötronların sayısının) ağırlıktan daha önemli olduğunu biliyoruz ama bu, Mendeleyev'in erişebileceği bir veri değildi ve onun ağırlık ilişkileri bugün de büyük ölçüde geçerlidir. Atom çağında sözkonusu sayısal ilişkiler, bir elementin bir diğerine dönüştürülmesinde daha önemli bir hâl aldı. Mendeleyev'in on dokuzuncu yüzyılda sağladığı bu başarılar, doğrudan gözlemlenemeyen ama doğaları, salt akıl yürütmeyle ve azimle araştırılan atom alanında belki de bir zirve noktasıydı.

### Klasik Fizik

Bugün *fizik* adını verdiğimiz bilim, modern biçimini, elektrik akışkanı, kalorik ve esir gibi bazı moda ve varsayımsal kavramların, yetlerini ölçülebilir kuvvetlere bıraktığı ve *enerji* kavramının birleştirici bir fiziksel ilke olarak ortaya çıktığı 1800 ile 1870 yılları arasında kazandı. Bu yeni anlayış, gücün üretimi ve ölçümü konusunda muazzam pratik



sonuçlar doğurdu ve bilimin toplumu dönüştürmeye başladığı ikinci bir sanayi devrimini başlattı. Thomas Young (1773-1829) henüz 1800 yılından önce, ışığın parçacıklar halinde yayıldığı düşüncesini sorgulamaya başlamış ve ışığın davranışını birçok yönden daha iyi açıklayan, Huygens'in dalga teorisini yeniden canlandırmıştı. Fransa'da Augustin Fresnel (1788-1827) kutuplaşma üzerine yaptığı bir çalışmayla, Young'dan bağımsız biçimde aynı sonuçlara ulaştı. James Clerk Maxwell 1860'larda, Young-Fresnel'in ışığın dalga teorisini, elektromanyetik ışınım teorisiyle birleştirdi.

Kapsamlı bir ısı kuramına duyulan ihtiyaç kısa sürede arttı. Endüstriyel süreçler de bu konudaki çalışmaları teşvik ediyordu. On sekizinci yüzyıl henüz son bulmadan, Amerikalı mühendis Benjamin Thompson (1753-1814, daha çok Count Rumford olarak bilinir) akışkan bir element olarak "kalorik"in mevcudiyetine kuşkuyla yaklaşmaya başlamıştı. En titiz gözlemlerin bile, donma, erime ya da ısınma esnasında, suyun verili bir hacminin ağırlığında bir değişiklik tespit edemediğini fark etti. Bu yüzden bir madde olarak ısı anlayışından vazgeçerek, ısının titreşim hareketinden meydana geldiğini düşünmeye başladı. Isı alanındaki en orijinal kuramın sahibi Fransız Sadi Carnot'tur (1796-1831). Ne yazık ki eserini tamamlayıp yayımlayamadan önce, genç yaşta öldü. Carnot'un yaklaşımında en ilgi çekici nokta, kuramının buhar makinesinin işleyişine ilişkin dikkatli gözlemlere dayanıyor olmasıydı. Carnot makinede ısının kaynaktan parçalara doğru yayıldığını fark etti: Isı hareket ettikçe dağılıyor ve dağıldıkça iş ortaya çıkıyordu. Makine tarafından gerçekleştirilen mekanik iş, ısının kaynaktan parçalara aktarımıyla ortaya çıkıyordu. Makinedeki ısının, makineyi hareket ettiren güce eşit olduğu görülebiliyordu. Hareket gücünün, gerek makinelerde gerek canlılarda ısı meydana getirdiği bilinen bir gerçekti ve bu gerçeklerden yola çıkan Carnot, herhangi bir sistemdeki ısı miktarının sınırlı ve sabit olduğunu ve sadece biçiminin değiştiğini keşfetti.

1840'larda, İngiltere ve Almanya'daki bazı önde gelen araştırmacılar, Carnot'un bulgularından habersiz biçimde, onunkilerle aynı sonuçlara vardılar ve bu çalışmalar kısa sürede olgun bir enerji kuramıyla sonuçlandı. James Joule (1818-1889) bir tekerleği döndürmek türünden basit mekanik işlerin yerine getirilebilmesi için gereken iş gücünü ve bu iş gücünün makinede oluşturduğu ısıyı ölçmek üzere bir dizi deneyler yaptı. Bu deneyler her seferinde, ısının ve makineye verilen enerji miktarının (ve ondan sağlanan iş miktarının) eşit olduğu sonucunu doğuruyordu. Bir libre suyu bir Fahrenheit derece ısıtabil

mek için gerekli ısıyı ölçü alarak bir ısı birimi belirledi ve ısının mekanik eşitinin 838 ayak libre olduğunu keşfetti. Keşifleri bu kadarla sınırlı kalmadı. Joule kimya ve elektrikte de aynı eşitliğin sözkonusu olduğunu keşfetti: Çinko, konsantre asite daldırıldığında çabucak çözünmekte ve ısı yaymaktaydı; ama bir pilde kullanıldığında akımı kolayca iletmekte ve teli ısıtmaktaydı. Akım bir elektrik motorunu hareket ettirmekte kullanıldığında bu kez teldeki ısı azalmaktaydı. Her bir durumda ısı değişimlerinin miktarı yapılan işle orantılı oluyordu. Joule bu prensibi "zinde kuvvet" olarak adlandırdı. "İş gücünün ortadan kalktığı her seferinde... ona eşit bir ısı açığa çıkar... bu döngüde hiçbir şey kaybolmaz." Bu ilke, termodinamiğin ilk yasası olarak kabul edildi ve Rudolf Clausius (1822-1888) bu ilkeyi şu açık ifadelerle dile getirdi: *Bir kapalı sistemde enerjinin toplam miktarı sabittir.* Bunu ikinci yasa izledi: *Isı daima daha sıcak bir nesneden daha soğuk olana doğru akar ve asla tersi olmaz.* Clausius, bu sürecin kozmik ölçekte son bulması durumunda evrenin ısıl ölümünün gerçekleşeceği kehanetinde bulundu. *Enerji* sözcüğü (Yunanca: iş) daha önce de zaman zaman kullanılmıştı ama Lord Kelvin olarak bilinen William Thomson (1824-1907) bu sözcüğü, ısıya ve ısının dönüşümlerine ilişkin fikirleri biraraya getirmekte kullanarak, termodinamiğin üçüncü yasasını formüle etti: *Bir nesneden sınırsız bir ısı elde etmek imkânsızdır* çünkü ısı nesneden aktığında nesne ve içinde bulunduğu ortam arasında daima bir ısı farkı meydana gelecektir. Mutlak sıfır olan -273 santigrat derecede böyle bir durumun ortaya çıkabilmesi imkânsızdır. Bu rakam enerji ve ısının ölçümünde, sıcaklığınkinden farklı olarak, önemli bir sabit ölçek sağlar.

Herman Helmholtz 1847 yılında yayımladığı bir çalışmanın başlığında bütün bu bulguları özetleyiverdi: "enerjinin korunumu". Helmholtz makine modelini evrenin tümüne genişletti ve evrendeki enerjinin toplamının, sürekli dönüşümlere rağmen sabit kaldığını iddia etti. Isı, iş, elektrik, kimyasal tepkime gibi herhangi bir ölçülebilir fiziksel etki, bir diğerine dönüştürülebilir ama bu güçler her zaman sınırlı ve değişmez olarak kalırlar. Bu ilke, kimyadaki "tepkimeler esnasında biçimler değişse de maddenin her zaman korunacağı" ilkesiyle güçlü bir paralellik arz eder. Helmholtz bu modeli canlı fizyolojisine de uygulamıştır: Kas hareketi enerji üretimi için şekerin oksidizasyonuna ihtiyaç duyar. Hayvanlar ve bitkiler alemiyle, kimya ve Güneş enerjisi, fotosentezin keşfedilmesi üzerine her zamankinden daha yakın bir bağlantıyla biraraya gelmiş ve bir sistemin birbirine bağımlı parçaları olmuşlardır. Helmholtz'un fizyoloji teorisi, parlak çağdaşı Julius Mayer'in



(1814-1878) çalışmalarıyla da paraleldi. Helmholtz da, Mayer'in, enerjinin korunumu ilkesini herkesten önce ve tam olarak kavradığını açık yüreklilikle kabul etmiştir. Nasıl Newton'un yerçekimi kuramı evrenin geniş ölçekli yapısını açıklamakta bir temel sağlıyorsa enerji teorisi de evrenin iç işleyişine ilişkin yeni bir temel sağlıyordu. Eski klasik teori ısıyı statik bir madde olarak kabul etmekteydi ancak şimdi ısının dinamik bir güç olduğu anlaşılmıştı. Helmholtz bu anlayışı, ilginç bir bilimsel betimleme modeliyle dile getiriyordu: Eğer maddenin, bir şekilde temel parçacıklarına bölünebileceğini kabul edecek olursak o zaman tüm algılanabilir değişim, bu temel parçacıkların uzamsal yeniden düzenlenişinden ibaret olacaktır. Böylece, bilimin araştırdığı tüm olgular, bu değişimleri üreten güçlere indirgenebilecek ve bilim bu güçlerin belirlenip ölçümlenmesine dayalı hale gelecektir.



Hermann Helmholtz

1820'lerde elektrik alanında ortaya çıkan yeni keşifler, elektriği eğlenceli oyunlardan öteye taşıdı ve fizik güçlerin bir bütün olarak değerlendirilip karşılıklı ilişkilendirilmesine yönelik temayülü güçlendirdi. George Ohm (1787-1854) akım telden geçerken meydana gelen hadiseleri incelemede Coulomb'un burulma terazisinden yararlandı. Cereyanın, bir parçacıktan diğerine geçiyormuş gibi hareket ettiğini düşündü. Tel, akımın bir kısmını emen bir direnç gösteriyor ve ısınıyordu. Bu durumu "elektroskopik güç" şeklinde ifade etti. Biz buna *voltaj* adını veriyoruz. Ohm, ısının sıcak nesneden soğuk nesneye akışı ile, iki elektrik kutbu arasındaki potansiyel fark arasında bir benzerlik kurdu. Ohm'un voltaj ve direnç yasası, elektrik biliminin lügatini genişletti ve elektriğin ısı ve ışık kaynağı olarak kullanımına giden yolu açtı. Danimarkalı Hans Oersted (1777-1851) 1819 yılında yaptığı deneylerde, bir teldeki elektrik akımıyla bir pusula iğnesini saptırarak elektrik ve manyetizma arasındaki önemli bağlantıyı ortaya çıkardı. Andre Ampere (1775-1836) bu sürecin tersini gösterdi ve bir bobin telinin, akımı geçirirken mıknatıs etkisi gösterdiğini, aynı yönde akım taşıyan iki paralel telin birbirlerini çektiklerini, akımlar ters istikamette



Frankenstein'ın etkisi mi? 1818 yılında Dr. Andrew Ure, Glasgow'da bir cesedin sinirlerini elektrik ile uyararak deneyler gerçekleştirdi. Bununla, elektriğin yaşamın temel gücü olduğu inancını ayakta tutacak yeterlikte bir tepki yaratmayı umuyordu. Figuier'in *Merveilles de la Science* adlı eserinden, 1867.

olduğundaysa tellerin birbirlerini ittiklerini keşfetti. Elektrik akımını ölçmekte kullanılan galvanometrenin ilk örnekleri, küçük manyetik iğnelerin bu sapma özelliğine dayalı olarak yapıldılar.

Elektrik alanında gerçekleştirilen çalışma ve keşifler hâlâ empirik nitelikteydi, bu alanda henüz bir teori geliştirilememişti. Öyle ki, Michael Faraday (1791-1867) formel bir eğitim almadığı halde kısa süreli bir deney yaşamından sonra kendisini elektrik biliminin eşiğinde bulabilmekteydi. 1821 yılında Faraday, bir uç üzerinde serbestçe asılan bir mıknatıs ve bir mıknatıs üzerinde serbestçe asılı duran bir uçtan oluşan bir elektrik devresi yaptı. Devre tamamlandığında her iki hareketli parça da dönmeye başladı: Bu olay elektrik enerjisinin ilk kez mekanik enerjiye dönüştüğü tarihî bir olay oldu. Daha sonraki deneyler, mıknatısların tek başlarına elektrik akımı meydana getirebildiklerini ve elektrikle manyetizmanın aynı gücün iki görünümü olduğunu kuşkuya mahal bırakmayacak biçimde ortaya çıkardı.

Faraday'ın deneyleri ilk elektrik motorlarının ve ilk dinamoların yapımında model teşkil etti. Faraday bu deneyler esnasında olup bitenleri parlak ifadelerle dile getirmekteydi. Manyetik ve elektrik alan

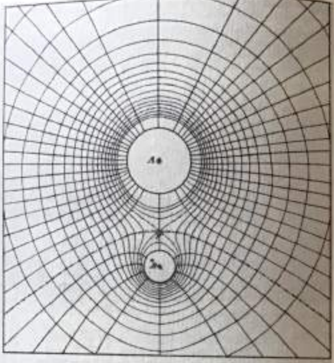


teorisini geliştirerek, bu kuvvetlerin uzay boşluğunda nasıl işleyebildiklerini açıkladı. Bugün kuvvet çizgilerini, bir mıknatısın etrafındaki demir talaşlarıyla grafik şeklinde gösterebilmek mümkün olabilmektedir. Faraday elektriğin, maddenin temel parçalarındaki değişimlerin bir neticesi olup olmadığı konusunda da spekülasyonlar yürüttü. Yürüttüğü tahminler elektriği elektron sıçramalarından oluşan bir akım olarak açıklayan modern anlayışa uygundu.



Michael Faraday. Resmî bir eğitim almadığı ve matematik konusunda bilgisiz olduğu halde Faraday üstün bir sezgi gücüne sahipti ve elektrik biliminin temellerini attı.

Faraday çalışmalarını nihaî bir kuramsal veya matematiksel dile dökemedi. Bu başarı James Clark Maxwell'e (1831-1879) kaldı. Çalışmalarını 1873 tarihli *Elektrik ve Manyetizma Üzerine* isimli çalışmasında biraraya getiren Maxwell, Faraday'ın fikir ve yöntemlerini katı bir şekilde uygulayarak farklı düzendeki olgular arasında, onun keşfettiği ilişkilerin, matematiksel bir düşünceden önce nasıl ortaya konabildiklerini göstermeye çalıştı. Maxwell elektrik ve manyetik güçlerin kendi kendilerine nasıl yayıldıklarını açıklayabilmek için mekanik bir model geliştirdi. Elektrik ya da manyetik alanların uzayında kuvvet ve dağılımı analiz ederek birbirleriyle ilişkilendirdi. Sonunda, Young-Fresnel'in dalga teorisinde ışığın yayılma şekline benzer biçimde, elektrik ve manyetizmanın da yüksek hızda dalgalar halinde yayıldıkları genel sonucuna ulaştı. Bu dalgaların özellik ve hızlarını hesaplarken Maxwell, şu çıkarımın cazibesine kapıldı: "Işık, elektrik ve manyetik olgulara neden olan ortamın çapraz dalgalanmalarından oluşmaktadır." Maxwell böylece elektromanyetik ışınım kavramını keşfetti ve bir tayfta farklı dalga boylarına sahip başka kuvvetlerin de varolabileceğini öngördü. 1800 gibi erken bir tarihte William Herschel, Güneş ışığının tayfları üzerine çalışırken ısının, tayfın kızılötesi kısmında açıkça ölçülebilir olduğunu fark etti ve ışınımın, gözle görülmeyen ve daha sonra "kızıl ötesi ışınlar" diye adlandırılacak olan ışınlardan meydana geldiği çıkarımında bulundu. 1868 yılında Anders Angstrom (1814-1874) görünen ve görünmeyen dalga boylarının ölçümünde milimetrenin on milyonda birini bir birim kabul ederek bir yöntem geliştirdi: Bu birim sonraları *angstrom* olarak adlandırıldı ve bilimsel kullanımdaki en küçük ölçü birimi oldu.



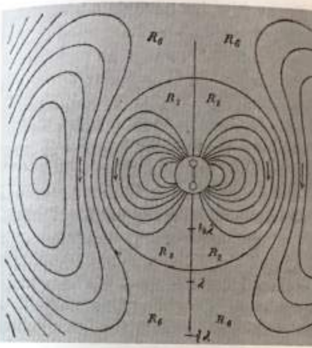

*Lines of Force and Equipotential Surfaces.*

*A = 20   B = 5   P. Point of Equilibrium.   AP = ⅔ AB.*

James Clerk Maxwell tarafından tahayyül edilen elektromanyetik alanlar. Maxwell, Faraday'ın elektriğin ve manyetizmanın güç alanları oluşturduklarına ilişkin keşfine matematik bir biçim verdi. Bu diyagram, iki elektrot etrafındaki iki eşitsiz alanın karşılıklı geçiştirmelerini resmeder. Maxwell'in *Treatise on Electricity and Magnetism* adlı eserinden, 1873.

Helmholtz, Maxwell'in önerdiği modellere deneysel kanıtlar bulmaya çalıştı ve Karlsruhe'de gerçekleştirdiği bir dizi deney esnasında öğrencisi Heinrich Hertz (1857-1894) kapalı bir devreden elektromanyetik dalgalar üretmeyi başardı. Elektrik dalgalarını bir kara prizma yardımıyla ışık dalgaları gibi kırarak içbükey aynalarda topladı. Elektrik dalgalarının uzunluklarını ölçtü. Bugün uzunluklarına bakarak bunların radyo dalgaları olduklarını ve hızlarının da ışık hızına eşit olduğunu biliyoruz. Kimya gibi fizikte de, doğal güçler artık bütünlüklü bir çerçevede değerlendirilmeye başlanmıştı.






Heinrich Hertz tarafından haritalanan elektromanyetik dalgalar. Hertz, Maxwell'in elektriğin uzaya tıpkı ışık gibi dalgalar yaydığına ilişkin teorisini doğrulamak için deneyler yaptı. Marconi, Hertz'in deneylerini 1890'larda uyarladığında bu dalgalara *radyo* adını verdi. Hertz'in *Ausbreitung der elektrischen Kraft* adlı eserinden, 1892.

Maxwell ve Hertz, bu dalgaların ortaya çıkabilmesi için esirin gerekli olduğuna inanıyorlardı ve esir maddesi, atom öncesi fiziğin, geçerliğini en uzun süre koruyan varsayımı oldu. Esirin doğası ve hatta gerçek olup olmadığı, ondokuzuncu yüzyıl biliminin önemli gizemlerinden biriydi. Eğer ışık, elektrik ve manyetizma, Maxwell'in ifadesiyle "bir ortamda meydana gelen dalgalar" ise bu ortam evrenin her yanına nüfuz etmiş olmalıdır. Öyle dayanıklı olmalıdır ki yerçekiminin ortaya çıkardığı muazzam gerilimi taşıyabilmelidir. Buna rağmen öyle saydam olmalıdır ki elektromanyetik kuvvetler ve gök cisimleri bu maddenin içerisinde akıl almaz hızlarla dönebilmelidir. Üstelik bu kafa karıştırıcı madde her tür fiziksel sınamadan da bağışıktır. Kelvin, Maxwell, Helmholtz vs. gibi çağın önde gelen fizikçileri, kuvvetlerin hareket halindeki maddelerin neticeleri olduklarını düşünüyor ve böylece esir öğretisini onaylamak mecburiyetini duyuyorlardı. 1880'lerde A.A. Michelson (1852-1931) ve E.W. Morley (1838-1923) Dünyanın yörünge doğrultusundaki farklı ışık hızlarını belirlemek üzere Amerika'da bir dizi girift deney gerçek-

leştirdi. Sonuçta hiçbir fark bulamadılar ve bu sonuç, bilim tarihinin bir deneyden elde edilen en önemli negatif sonucu olarak değerlendirildi. Bu deney, ışığın hızına ilişkin en kafa karıştırıcı soruyu doğuruyor ama ayrıca Dünyanın hareketinde esirin hiçbir işlevi olmadığını gözler önüne seriyordu. 1890'larda, esir diye bir maddenin varlığını kabul etmenin felsefi bir zorunluluk olduğu ama doğanın sanki böyle bir madde yokmuş gibi işlediği inancı kuvvet kazandı. Esirin felsefi bakımdan cazibesi, kısmen "mutlak uzam" kavramında yatıyordu. Kopernik öncesi evrende Dünyanın hareket etmediğine ve kozmosun merkezi olduğuna inanılmaktaydı. Sonraları, Güneşin hareketsiz olduğu ve kozmosun merkezini teşkil ettiği düşünülür oldu; tâ ki Edmond Halley ve sonra diğerleri, Güneş de dahil olmak üzere bütün yıldızların aslında hareket ettiklerini kanıtlayana dek. Newtoncu evrenin mutlak uzamında durağanlık da hareket de esir yardımıyla açıklanabilmekteydi. Ondokuzuncu yüzyılın sonunda esire ilişkin kuşkular Einstein'ın "mutlak uzam" kavramını reddedişiyle doruğuna ulaştı. Bu felsefi saldırı, Michelson ve Morley'in deney sahasında elde ettikleri sonuçlarla birleşince esir fikri nihayet ortadan kalkmış oldu.

### Astronomi

Ondokuzuncu yüzyıl astronomisini diğer çağların astronomi anlayışından ayıran özellik, geleneksel gezegen hareketlerinin araştırılmasından yıldız astronomisine kadar geniş bir alanı kapsıyor olmasıdır. Bu yüzyıl, insanın evrenin büyüklüğüne ve yapısına ilişkin kavrayışında yeni bir aşamanın başlangıcı olmuştur. Bu devrim, Güneşin de diğerleri gibi bir yıldız olduğunun anlaşıldığı on altıncı yüzyılda örtük biçimde başlamıştı ama yıldızlar alemine ilişkin ölçüm ve çıkarımlarda muazzam güçlüklerle karşılaşılıyordu ve erken dönem teleskoplar bile bu güçlüklerin üstesinden gelinmesinde yetersiz kalıyordu. 1750'lerde John Dollond ve diğerleri akromatik mercek yapım tekniğini geliştirdiklerinde bu durum değişmeye başladı. Dış uzaya ilişkin ilk önemli gözlem programlardan biri, dikkatini, on yedinci yüzyıl astronomlarının özellikle de kuyruklu yıldızlar üzerine gözlem yapan astronomların baş belası olan bulutsu ya da dumansı yıldızlara diğer bir deyişle nebülözlere yoğunlaştıran Charles Messier'in (1730-1817) çalışmaları olmuştur. Messier, nebülözlerin asıl doğalarını açıklayamamakla birlikte 1784 tarihi itibariyle 101 nebülözü belirleyip çizelgeleştirmiş bulu-







William Herschel

William Herschel'in, gözlemlediği nebülözlere ilişkin çizimi. Kendi çağının en kuvvetli teleskobunu yaparak Herschel evrenin büyük ölçekli yapısını belirlemeye yönelik teşebbüsünün bir parçası olarak yıldız konumlarını çizelgeleştirdi. Böylece nebülözlerin şekillerini fark ederek kayıt altına aldı ve onun bu konudaki yorumları modern kozmolojinin odağı haline geldi. *Philosophical Transactions of the Royal Society*'den, 1811.

nuyordu (ki nebülözler bugün bile onun M sayıları ile tanımlanırlar). Bu nebülözlerin bir kısmı yıldızlar arası gaz bulutlarıydı; bazıları yıldız kümeleri, bazıları da şimdi bizimkinden ötede bulunduklarını bildiğimiz galaksilerdi. Messier'in saptadığı nebülözlerin doğasını belirlemek modern kozmolojinin başlıca faaliyetlerinden biri olacaktı.

Her ne kadar ismini ilk kez 1781 yılında Uranüs gezegenini keşfederek duyurmuş olsa da ilk büyük yıldız astronomu kuşkusuz William Herschel'dir (1738-1822). Bu keşif dört bin yıllık astronomi tarihinde Güneş sistemine yapılan ilk ekleme oldu. Herschel 1789 yılında kendisine, kırk ayak uzunluğunda dev bir reflektörü bulunan, döneminin en güçlü teleskopunu yaptı. Bu teleskopla yaptığı çalışmaların henüz ikinci gecesinde Satürn'ün yeni bir uydusunu keşfetti (bu uydu sonradan Enceladus olarak adlandırıldı). Matbaa sürecindeki bir çalışmasına aceleyle şu meşhur sözcükleri eklediği söylenir: "P.S. Satürn'ün altı



1846 yılında Neptün gezegeninin keşfi, Urbain Leverrier'in Fransız destekçileri ile John Couch Adams'ın İngiltere'deki destekçileri arasında şiddetli bir öncelik tartışmasına yol açtı. Bu Fransız karikatüründe Fransız araştırmacı gezegenlerin kendilerini incelemekteyken, Adams sadece Leverrier'in keşiflerine ilişkin bildirilerini gözetliyor. L'Illustration'dan, 8, 1846.

uydusu vardır." Herschel'in amaçları gezegenlere değil yıldızlara ilişkindi ve yıldızların uzaydaki yayılışlarını haritalamak arzusuyla bir plan hazırladı. Bütün geleneksel yıldız tabloları ve konumlara dayalı astronomi geleneği, gökyüzünü iki boyutlu bir düzlemde, objelerin açısal uzaklıklarıyla ilişkili olarak incelemekteydi. Herschel'in planları arasında bu türden incelemeler de mevcuttu ama o daha öteye geçerek orijinal işlere girişti ve yıldızların Dünyadan radyal uzaklıklarını belirlemek amacıyla gökyüzünü üç boyutlu olarak inceledi. Böylece kozmik yapıya ilişkin ilk derinlikli resmi sundu. Herschel'in, yıldızların uzaklıklarına ilişkin herhangi bir veriye sahip olmadığı kuşku götürmez. Yine de, tüm yıldızların eşit oranda mutlak parlaklığa sahip olduklarını ama gökyüzündeki parlaklıklarının az ya da çok göründüğünü ve bizim algıladığımız parlaklığın, yıldızların uzaklıklarının bir göstergesi olduğunu varsaydı. Sonra yıldızları saymaya girişti ve gökyüzünde küçük kümeler halinde bulunan binlerce yıldız olduğunu gördü. Yıldızların büyük bir disk oluşturacak biçimde biraraya geldikleri genel sonucuna vardı ve yıldızların Samanyolu galaksisinde biraraya gelişlerini, diskin görünür kenarı olarak açıkladı. Bu doğruydu. Herschel -tabii olarak- gökyüzündeki tüm cisimlerin bir sistemin parçaları olduğunu öne sürdü ve evrenin yapısını belirlemek için otuz yıl boyunca yürüttüğü program, gözlemsel kozmolojinin başlangıcı oldu. 1845 yılında Rosse Kontu, altı ayak uzunluğunda bir aynaya sahip büyük bir yansıtıcı teleskop kullanarak, M51 nebulasının bir spiral galaksi olduğunu, yapısının ve dünyadan uzaklığının Herschelci yapı ile uyuşmadığını gösterdi.



Teleskoptaki gelişmelere paralel olarak, başka teknik aletlerde ve özellikle de meridyen dürbünü ve mikrometrede yeni standartlar ortaya çıktı ve bu aletler yüzlerce yıllık bir problemin, yıldızların uzaklık açılarının (paralaks) ölçülmesi probleminin çözümünü mümkün kıldı. Friedrich Bessel (1784-1846), 1838 yılında Königsberg'de, Kuğu takımyıldızındaki, görece yakın bir yıldızı bir yıldan uzun bir süre gözlemledikten sonra arkın bir saniyesinin üçte birinden daha az süren bir hareket keşfetti. Bessel sonunda dünyanın, Güneşin yörüngesinde döndüğüne ilişkin empirik bir delil bulmuştu ama daha fazlasını yaptı ve açısal değişimlerinden yola çıkarak yıldızın Dünyadan uzaklığını hesapladı. Yıldızın dünyaya olan uzaklığının, Dünyanın Güneşe olan uzaklığının 657.000 katı olduğunu saptadı (modern terimlerle ifade edildiğinde, 10.3 ışık yılı). 1851 yılında yaptığı sarkaç deneyiyle Dünyanın kendi yörüngesi etrafında döndüğüne ilişkin ilk kanıtı sağlayan Jean Foucault, Bessel'in başarılarına karşı bir iddiada bulundu. Bu deneyde, herhangi bir istikamette serbestçe salınan uzun bir sarkacın istikametinin, açısını değiştirdiği görüldü, ama aslında sarkacın altında hareket ediyor olan Dünya idi.

Astronomi alanındaki yeni aletlerin en etkilisi, spektroskoptur. Maddeleri, ışıklarını analiz etmek suretiyle yanarken saptayabilmektedir. Alet, 1814 gibi erken bir dönemde Münihli alet yapımcısı Joseph Fraunhofer tarafından geliştirilmiştir. Fraunhofer tayfın pek çok siyah çizgiyle kesiştiğini fark etti. Bunların ne olduğunu açıklayamadı ama çizgilerin dağılımının farklı ışık kaynaklarıyla değiştiğini gördü. Spektroskopun kimya alanındaki önemi çok erken bir dönemde fark edildi. Fotografinin öncüsü olarak Fox Talbot, 1826 yılında şöyle yazdı: "Prizmatik tayfta bir aleve bir kere bakmak, içerdiği maddeleri göstermeye yetecektir. Bu alet olmasaydı, bu maddeleri teşhis edebilmek için çok zahmetli kimyasal analizler gerekirdi." Ama 1859-1862 yılları arasında bu aletin, yıldız ışığını analiz etmekteki potansiyelini fark edenler



Foucault'un 1851 yılında Paris'te Panteon'da kurduğu sarkaç. Bir sarkaç sabit bir düzlemde salınıyor. Foucault bu ilkeyi, Kopernik'ten üç yüzyıl sonra, dünyanın dönüyor olduğunu kanıtlamak için kullandı. Sarkaç, gözlemcilere yirmidört saatte üçyüzaltmış derecelik bir açıyla dönüyor görünmektedir. Ama aslında onun altında, dünyanın kendisi dönmekteydi. L'Illustration'dan, 17, 1851.

Gustav Kirchhoff ve Robert Bunsen oldu. Kirchhoff ve Bunsen her bir elementin kendi özgün tayfını ürettiğini ve bu sayede Güneş ışığının yıldızlarda hangi kimyasalların bulunduğunu göstereceğini saptadı. Bu keşfin, yüzlerce yıl boyunca, insanoğlunun yıldızların esrarını asla çözemeyeceğine, bu bilginin onun erişiminin ötesinde olduğuna inanılan fizik ve astronomi alanındaki önemi ne kadar anlatılsa azdır. Birkaç yıl içinde, İngiltere'de



Norman Lockyer, Güneşte "helyum" adını verdiği, bilinmeyen bir element saptadı ve spektroskopik analiz yöntemi, modern kozmolojinin bazı temel verilerini sağlamaya devam etti. Bu verilerden belki de en önemlisi, William Huggins'in (1824-1910) yıldızlardan yayılan ışığın, onların dünyadan uzaklaştıklarını gösterdiğini keşfetmesi oldu. Bu keşif, Christian Doppler'in 1842 yılında açıkladığı bir kuramın uygulamadaki uzantısıydı: Bir enerji kaynağından ortaya çıkan ışınımın dalga boyu, kaynak geriye doğru çekildiğinde uzayacaktır. Bu teori yıldız ışığına uygulandığında, tayfın uzun dalga boyu kesitinin yani kırmızı kısmının, kırmızıya kayma durumunda esnetileceği ya da büyütüleceği, mavi kısmının ise kısaltılacağı anlamına gelmektedir. 1868 yılında Huggins, Sirius yıldızının Dünyadan saniyede yaklaşık otuz mil hızla uzaklaştığını keşfetti. Kırmızıya kayma durumunun ölçülmesi tekniği, sonraları (özellikle de dış galaksilere uygulandığında) büyük bir önem kazandı.

Ondokuzuncu yüzyıl yıldız astronomisi, aslında yeni bir kozmolojiye giden yolda bir dizi ipucu ya da atlama taşının ortaya çıkışı olarak görülebilir. Bu atlama taşlarından biri de, "Olbers paradoksu" olarak bilinen araştırmadır: Madem gökyüzü uzayın her yanına saçılmış yıldızlarla doludur, o halde neden geceleyin gökyüzü kapkaranlıktır, neden gözlerimiz her baktığı yerde bir yıldıza rastlamamaktadır? 1861 yılında Johann Madler cevabı kısmen sezdi ve yıldız ışıklarının Dünyaya ulaşamadan yok olup gittiklerini düşündü. Bu doğruysa, ışığın seyahat ettiği sürenin evrenin yaşından daha az olacağı açıktı ve ışığın bilinen hızını vermekte bu durum çok derin bir öneme sahipti. Onyedinci yüzyılın sonundan beri ışığın hızına ilişkin geçerli olan değerler hep yaklaşık değerlerdi. Ama 1849 yılında Armand Fizeau, Paris'te, ince bir optik mekanizma geliştirerek ışığın hızına ilişkin yeni ve daha doğru bir rakama ulaştı: Işık saniyede 195.000 mil* hızla hareket ediyordu. Bu rakam, doğru rakamdan sadece %5lik bir fark arz eder. Alet yapımındaki devrim, fotografinin gökyüzüne uygulanmasıyla devam etti. Gökyüzünün fotografik görüntülerini daha sonra gerçekleştirilebilecek analizler için muhafaza etme imkânı, nebülözlere ilişkin yeni çalışmalar açısından özellikle önem taşıyordu. Çünkü bu alanda, nebülözlerin geçmişteki görünümlerine ilişkin bir belirsizlik vardı. 1880'lerde İngiltere'de, amatör bir araştırmacı olan Isaac Roberts nebülözlerin ilk fotografik görüntülerini elde etti. Bu tarihî bir gelişmeydi. Daha sonra, Amerikalı George Hale, yirminci yüzyıl kozmolojisine çok büyük katkılarda bulunan, o muhteşem gök fotoğrafları serisini çekti.

* 195.000 mil: 313.822 km



1889 tarihinde Isaac Roberts tarafından fotoğraflanan Orion takımyıldızı. Roberts, on dokuzuncu yüzyılda yıldız astronomisinde devrim yapan, spektroskopinin ve gök fotoğrafçılığının öncülerinden biriydi. Roberts'ın *Selection of Photographs of Stars and Star-Clusters* adlı eserinden.



Gezegenler astronomisine ilişkin daha geleneksel çalışmalar bile, kendi çaplarında devrimler gerçekleştirmekteydi. 1820'li yıllarda, yeni gezegen Uranüs'ün yörüngesi astronomlara güçlükler çıkarıyordu. Çünkü hem Newton'un yerçekimi yasasını Güneşten bu denli uzak bir gezegene uygulamak mümkün değildi; hem de bu gezegenden daha ötedeki bir başka gezegen, Uranüs'ün umulan yörüngesini saptıryor, yörüngede düzensizliler meydana getiriyordu. Birçok astronom, bu cismin muhtemel konumunu belirlemeye çalıştılar. Eylül 1846'da Urbain Leverrier (1811-1877), Berlin Rasathanesi'ne sözkonusu gezegenin konumuna ilişkin ayrıntılı bir öngörü sunarak bilim tarihinin en ateşli öncelik tartışmalarından birini başlattı. Bir İngiliz matematikçisi olan John Couch Adams (1819-1892) aynı sonuca Leverrier'den bir yıl önce ulaştığını açıklayınca işler karıştı. Adams çalışmasını Cambridge'de çalışan ve aynı zamanda Kraliyet astronomu olan, bir astronomi profesörüne göndermiş ama bunu belgelemeyi ihmal etmişti. Bu dönemde başka meraklı gelişmeler de oldu. Merkür gezegenin yörüngesindeki bazı çelişkilerden kafası karışan Leverrier, Merkür'ün yörüngesinde bir başka gezegenin bulunuyor olması gerektiğini düşündü ve bu varsayımsal gezegeni geçici olarak *Vulkan* diye adlandırdı ama böyle bir gezegen hiçbir zaman bulunamadı. Neptün gezegeninin keşfedilmesi, Newtoncu dinamik yasalarının bir kez daha doğrulanması anlamına geliyordu ve bu tarz bir matematiksel astronominin ne verimli sonuçlar doğurabileceğini göstermişti. Ancak Neptün'ün keşfinden önce, Güneş sistemine bir başka önemli ilave daha yapıldı. 1772 yılında iki Alman matematikçi Johann Titius ve Johann Bode, gezegenlerin Güneşten uzaklıklarında tuhaf bir düzen olduğunu fark ettiler. Bu ardışık düzen şöyleydi:

$0 + 4 = 4 \qquad 3 + 4 = 7 \qquad 6 + 4 = 10 \qquad 12 + 4 = 16$

$24 + 4 = 28 \qquad 48 + 4 = 52 \qquad 96 + 4 = 100 \qquad 192 + 4 = 196$

Her bir durumda, toplam 10'a bölündüğünde ortaya çıkan sonuç, her bir gezegenin Güneşten uzaklığına çok yakın bir rakam veriyordu. Dünyanın Güneşten uzaklığı astronomik birim olarak alındığında:

Merkür 0.4 Venüs 0.7 Dünya 1.0 Mars 1.6
Jüpiter 5.2 Satürn 9.5 Uranüs 19.2

Rakamlar arasındaki uyum dikkat çekiciydi ama Mars ve Jüpiter gezegenleri arasında bir boşluk göze çarpıyordu. Doğal olarak

Güneşten 2.8 astronomik birim uzaklıkta, keşfedilmemiş bir gezegenin dönüyor olup olamayacağı sorusu ortaya çıktı. 1801 yılında İtalyan astronom Giuseppe Piazzi sözkonusu yörüngede, *Ceres* olarak adlandırdığı bir gezegen konumlandırdı. Sözkonusu gezegenin çok küçük olduğunu kanıtlamıştı (457 kilometre yarıçapındaydı). Ancak birkaç yıl içinde aynı yörüngede başka küçük cisimlerin bulunduğunun keşfedilmesiyle durum iyice karmaşık bir hal aldı. 1872 yılı itibariyle yörüngede 100 küçük gezegen (asteroit) keşfedilmiş bulunuyordu ve uzun süre bunların, herhangi bir nedenle parçalanmış büyük bir gezegenin kalıntıları olduklarına inanıldı. Bode-Titius yasasının durumu hâlâ belirsizdi: Neptün gezegeni diziye hiç uymuyor, Plüton gezegeni ise yasayı tamamen bertaraf ediyordu. Bu dizinin, Kepler'in geometrik güneş sistemi modeli bağlamında oluşan tesadüfi bir ilişki olduğu anlaşılıyordu. On dokuzuncu yüzyılın sonunda güneş sistemi hâlâ tam manasıyla keşfedilmiş değildi. Kökenine ya da biricik olup olmadığına ilişkin ikna edici bir teori geliştirilememişti. Ancak astronominin sınırlarının artık Güneş sisteminin ötesine geçtiğini ve evrenin boyut ve yapısına ilişkin radikal bir yeniden belirlenime imkân sağlayacak verilerin ortaya çıktığını söylemek mümkündür.

### Jeoloji ve Evrim

On dokuzuncu yüzyılın fizik bilimleri maddenin yapısını araştırma yolunda yeni teknikler keşfettiler ve keşiflerini ifade etmek için yeni bir dil geliştirdiler. Bu dil giderek özelleşiyordu. O kadar ki, tüm Avrupa'da Maxwell'in denklemlerini ya da Mendeleyev'in atom tablolarını kişisel olarak değerlendirebilecek belki birkaç yüz düşünürden fazlası bulunmamaktaydı. Yine de yeni bilimin meyveleri, sentetik madde yapımı ve elektrik gücünün kullanımına ilişkin yeni tekniklerle birlikte kısa zamanda her yerde hissedilmeye başladı. Ama çağın su katıştırılmamış bilimi, jeoloji ve biyoloji disiplinleri arasındaki, evrim kuramında özetlenen birleşmeyi gözler önüne seriyordu. Evrim, on dokuzuncu yüzyıl kültürünün mutlak öneme sahip bir değerini, diğer bir deyişle gerek fiziksel gerek ahlâki anlamda bir gelişime duyulan inancı yansıtıyor ve besliyordu. "Evrim" teknik bir kavram değildi, herhangi bir insanın kavrayabileceği bir düşünceydi ve insanı, kelimenin sözlük anlamıyla, doğanın bir parçası olarak tanımlıyordu. Fizikteki ya da kimyadaki herhangi bir keşiften ziyade, insanoğlunun kendisiyle yakın bir şekilde



ilgilenilmeye başlanmıştı. Bu yüzyıl, insanın kökenlerine ilişkin mistik ya da ilâhi açıklamaların nihai biçimde ortadan kalktığı bir yüzyıl oldu. Evrim teorisi –Darwinizm- 1859 yılında *Türlerin Kökeni*'nin yayımlanmasıyla resmen doğmuştu. Bu yapıtın yayımlanması, Kopernik ya da Newton'un büyük eserlerinin yayımlanması kadar önemli bir hadiseydi. Ancak biyolojik dönüşüm düşüncesinin, Darwin öncesine dayanan uzun bir hikayesi vardır. Ve bu hikayenin uzunluğu, yapıtın bilim tarihine katkısının biricikliğini saptamakta önemlidir.

Darwin'in büyükbabası olan, fizikçi, botanikçi ve mucit Erasmus Darwin (1731-1802) bu konudaki başlıca geçiş dönemi figürlerinden biridir. Panteist bir doğa felsefesinden büyük ölçüde etkilenmişti. Türler arasındaki organik bağıntıları ortaya koyan bir dizi, gereğinden uzun ama yüksek hayal gücüne dayalı bilimsel şiirde bu doğa görüşünü ifade etmiştir. Mesela 1803 tarihli *Doğa Tapınağı* adlı eserinde, yaşam süreçlerini düşük formlardan yüksek formlara doğru izlerken, bir evrim sürecinden açıkça söz etmektedir;

> *Kıyısız dalgalar altında organik yaşam,*
> *Okyanusun inci mağaralarında doğdu, büyüdü.*

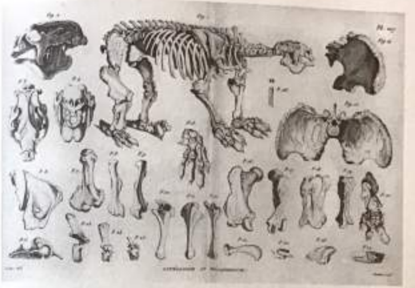
Erasmus Darwin'in evrimci görüşleri sezgiseldi ve empirik temellere dayanmıyordu. Ama torunu Charles, kuşkusuz onun şiirlerini okumuştu ve bunlardan etkilenmediğine inanmak güçtür. Georges Cuvier (1769-1832) ihtiyar Darwin'den çok daha fazla veri toplamış bir paleontolojistti ve topladığı verilerden, her ne kadar çoğu yanlış olsa da, yeni ve ilginç kuramlar üretmişti. Fransız bilim camiasında kazandığı yüksek mevki ve bu mevkiye yaslanarak düşüncelerinde ısrar etmesi, "biyolojinin diktatörü" olarak ünlenmesine yol açtı. Cuvier derinlerdeki kaya tabakalarında, halihazırda yaşayan canlılara benzemeyen canlılara ait fosiller olduğunu saptadı. Tarihin herhangi bir döneminde yeryüzündeki bütün hayvan türlerinin nesillerinin tükenmiş olabileceğini fark etti ama bunun tufan ya da deprem gibi afetlerden kaynaklandığını ileri sürdü. Sürekli yaratma fikrinden açıkça rahatsızdı. Bunun yerine göçmen türlerin hayatta kaldıklarını ve yeniden çoğaldıklarını iddia etti. Buffon gibi o da Dünyanın yaşı için çok kısa bir süre öneriyordu; on bin yıl. Daima türlerin sabitliği ilkesini savundu. Her hayvan türünün kendi çevresine mükemmel biçimde intibak ettiğini, bu yüzden değişimin hayvan türleri için olumlu bir şey olmadığını ve türlerin yaşamlarını tehdit ettiğini savundu. Omurgalılar ve yumuşakçalar gibi başlıca ve farklı zoolojik grupların, ortak bir köken-

138

leri olmaksızın, birbirinden tamamen farklı yaşam formları olarak meydana geldiklerini düşündü. Cuvier'in başarısı, hayvan nesillerinin tükendiklerini saptaması ve birçok nesli tükenmiş hayvanı keşfederek rekonstrüksiyonlarını yapmış olmasıdır. Ancak yaşayan ve yok olmuş türler arasındaki ilişkileri saptayamamıştır. Kendisi evrim fikrine şiddetle karşı çıkmış ama çalışmaları sonraki evrimcilere malzeme sağlamıştır. Stratigrafinin önemi, Stensen'in onyedinci yüzyılda yaptığı çalışmalardan beri bilinmekteydi. Bu yöntem Hutton, Cuvier ve birçok başka araştırmacı tarafından giderek geliştirildi. William Smith (1769-1839) Britanya'nın ilk jeolojik haritasını yaptı ve 1816 yılında *Strata Identified by Organised Fossils* adlı çalışmasında stratigrafiyi son derece açık ifadelerle betimledi. Aynı kitapta bazı fosil türlerinin hep belli kayalar içerisinde bulunduklarını ve bu nedenle fosil türlerinin içinde bulundukları kayalarla yaşıt olduklarını gösterdi. Bu faunal ardışıklık düşüncesi, sonraları genel bir ilke haline geldi.

On dokuzuncu yüzyıl coğrafyasının kurucu babası, çalışmalarıyla doğadaki karşılıklı bağımlılık ilkesini saygın bir konuma kavuşturan Prusyalı Alexander von Humboldt'tur (1769-1859). Humboldt'un 1799-1804 yılları arasında Güney Amerika'ya gerçekleştirdiği ünlü gezi, sonraki otuz yıl boyunca derleyeceği ve yayımlayacağı materyalleri sağlamıştır. Humboldt doğa tarihinin, zooloji, botanik, jeoloji, meteoroloji vb. alt disiplinlerinin birbirlerini şekillendirip belirlediğini, bugün "çevre bilimi" olarak adlandırdığımız bir bilimi ortaya çıkardıklarını gösterebilmeyi umuyordu. Bu uğurda gerçekleştirdiği çalışmaların doğurduğu en önemli sonuç, Humboldt'un da yazdığı gibi, "tüm doğa güçlerinin birbirlerine bağlandıkları ve birbirlerine karşılıklı olarak bağımlı hale geldikleri bağlantı zincirlerinin bilgisi ve bu bağlantıların zihinlerimizi yücelteceğine yönelik kavrayış"tır. Humboldt coğrafya alanında da yeni bir çığır açtı ve halefleri onun ormanlarda, dağlarda, ıssız bölgelerde, bilgi elde etmek maksadıyla yaptığı bilimsel çalışmaları devam ettirdi. Engin bilgisi, cesur araştırmacılığı ve doğanın ihtişamına ilişkin düşünceleriyle Humboldt, bir bilgin prototipi, Jules Verne'in kurgularında rastladığımız türden bir bilim kahramanıdır. Humboldt'un, çağının en büyük coğrafi keşiflerinden birini, Buzul Devri anlayışını yanlış bularak reddetmiş olması tuhaftır. İsviçreli Louis Agassiz (1807-1873) Alplerdeki buzul hareketlerini araştırmış, çakıl yataklarının ya da ilişkili oldukları kayalardan millerce ötelerde bulunan yalıtık durumdaki büyük kaya parçalarının, bu hareketlerin bir neticesi olduğu sonucuna varmıştır. 1837 yılında

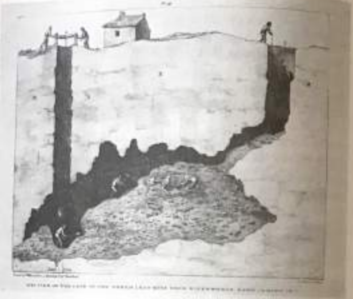




Cuvier'in dev tembel hayvan ya da *megatherium*un iskeletine yaptığı rekonstrüksiyon. Çağının en önde gelen paleontologlarından biri olan Cuvier, aynı zamanda bir evrim karşıtıydı. Türlerin soylarının yıkıcı felaketlerde birden bire tükendiğine ve yaşayan türler ile ölü türler arasında bir bağlantı bulunmadığına inanıyordu. *Recherches sur les Ossements Fossiles* adlı eserinden, 1825.

Agassiz, bu olgunun, sadece Alpler için geçerli olmadığı, herhangi bir buzuldan çok daha uzak yörelerde de gözlemlenebileceği düşüncesiyle, Kuzey Avrupa'nın bir zamanlar büyük bir buz tabakasıyla kaplı olduğunu ve bu tabakanın dev ve karmaşık bir buzdağı gibi harekete geçtiğini iddia etti. Bu tuhaf varsayım, Buffon'dan beri kabul gören soğumakta olan dünya düşüncesiyle ters düştüğü için, ortodoks bilim adamlarınca benimsenmedi.

1820'lerin sonlarında, Lavoisier'in kimyada, Carnot, Joule ve Kelvin'in fizikte gerçekleştirdiği türden yeni bir sentezi jeoloji alanında gerçekleştirmenin zamanı gelmişti. Jeoloji bilimi açısından son derece önemli olan bu çağda, bir dizi önemli düşünce ortaya çıktı. *Jeoloji* sözcüğü, dağcılık ve Alp araştırmalarının öncüsü bir başka İsviçreli, Benedict de Saussure tarafından 1779 tarihinde türetilmiş; stratigrafik dizi, hayvan türlerinin yok oluşu ve kayaların püskürük ya da tortul kökenleri gibi keşiflerle bu alanda kalıcı ilerlemeler sağlanmıştı. Ancak Dünya yüzeyindeki değişimlerin birden bire ortaya çıkan afetlerin neticesi olduğu varsayımı ve hepsinden önemlisi de, bu alandaki bilimsel çalışmaları destekleyecek bir jeolojik zaman kavrayışının mevcut bulunmaması nedeniyle önemli güçlüklerle karşılaşılmaktaydı. Sir



Tufanın kalıntıları. 1823 tarihinde Oxfordlu jeolog William Buckland, Derbyshire'daki bir mağarada bulunan kemiklere ilişkin bir açıklama yayımladı. Bunların, Tufan'da boğulup giden canlıların kalıntıları olduğuna ikna olmuştu. Böylece Tufan, bugün nesli tükenmiş olan önceki hayvan türlerinin mevcudiyetinin bir açıklaması olarak görüldü. Buckland'ın *Reliquiae diluvianae* adlı eserinden.

Charles Lyell (1797-1875) Dünya yüzeyinin, bugün de aktif durumda bulunan kaya oluşumları ve erozyon gibi süreçler sonucu şekillendiği ve bu süreçlerin yüz milyonlarca yıl uzunluğunda bir jeolojik sürede meydana geldikleri şeklinde, birbirini tamamlayan iki ilke saptayarak modern jeolojinin temellerini attı. Lyell, Oxford Üniversitesi'nde William Buckland'ın öğrencisi olmuştu ve düşünce yaşamının başlarında, hocasının felaketler jeolojisini benimsemişti. Ama birkaç yıl gibi kısa bir süre içinde gerçekleştirdiği gözlemler onu bunun tam aksine ikna etti. Henüz genç bir adamken Avrupa'ya seyahatler yaptı ve çökeltileriyle kıyı ovaları oluşturan ve sonradan kumla doldurularak, denizden karaya doğru birkaç mil içeride kalan antik limanlar haline getirilen İtalya nehirlerinde gözlemlerde bulundu. Auvergne'de, uzun süre önce sönmüş volkanlar keşfetti ve bunların birkaç farklı çağa ait lavlar içerdiğini, göl, nehir gibi tatlı suların çökelti artıklarıyla ve birçok fosil türüyle karışmış bulunduklarını saptadı. Bu türlü bir çevresel ortamın, bin yıllarla değil milyon yıllarla ifade edilebilecek süreçlerde meydana gelmiş olduğunu düşündü. Sicilya'daki Etna

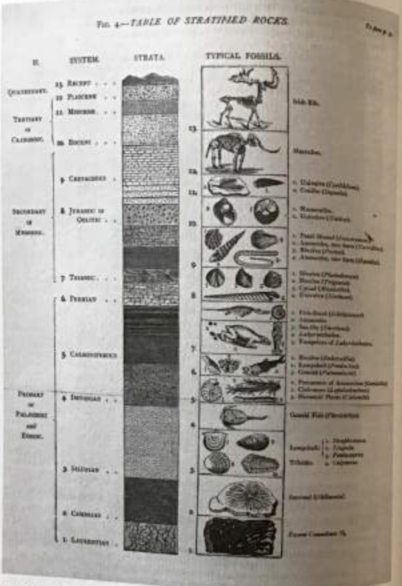




Buzullar ve Buzul Çağı. İsviçreli Louis Agassiz buzul hareketlerinin kayaları kaynaklarından uzaklara sürüklediğini ve bir zamanlar Avrupa'nın büyük bir kısmının buzullarla kaplı olduğunu ileri sürdü. Agassiz'in *Etudes sur les glaciers* adlı eserinden, 1840.

Dağı'nda yaptığı çalışmalar sonucu, dağın büyük bir patlamayla değil, uzun yüzyıllar boyu devam eden bir jeolojik süreç sonucu oluştuğuna ikna oldu. Bu ve birçok başka gözlem Lyell'e, geçmişte olup biten jeolojik süreçlerin, bugünkülerle aynı oldukları hissini verdi. Volkanik hareketliliklerin ve nehir çökeltilerinin zamansal ölçeği yaklaşık olarak hesaplanabilmekte ve hesaplar bu bölgelerin o güne dek hayal edilememiş uzunlukta bir jeolojik geçmişe sahip olduklarını göstermekteydi.

1828'de Lyell, bulgularını birçok delille destekleyerek bir kitap yazmaya koyuldu. *Jeolojinin İlkeleri*'nin 1830 tarihinde yayımlanan ilk bölümünde Lyell, ilk kez benzerlik ilkesini telaffuz etti. Bu ilkeye göre jeologlar geçmiş dönemlere ait olguları, her zaman günümüzdeki olgularla benzerlikler kurarak açıklamaya çalışmalıydı. Bu esasa daya-

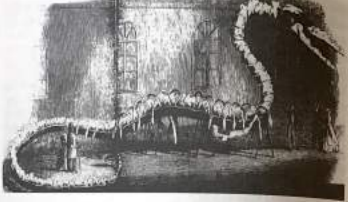



Jeolojik katmanlar. Belli türde fosillerin daima belli kayalar içerisinde bulundukları ve bu nedenle bu canlı formlarının içinde bulundukları kayalarla aynı çağlara ait oldukları ilkesi, Lyell'den önce ortaya çıkmıştı. 1880'lerde jeolojik katmanların ve bu katmanlardaki fosillerin detaylı biçimde haritalanması, jeolojinin esası hâline geldi. Clodd'un *Story of Creation* adlı eserinden, 1887.



nılarak en büyük değişimler bile yeterli uzunlukta bir zaman süreciyle açıklanabilirdi. Lyell, deniz yaşamında güçlü bir süreklilik olduğunu ancak karadaki yaşam türlerinin çok çabuk ortadan kalkabildikleri-ni göstererek, karadaki fosil düzeniyle deniz hayvanları arasındaki önemli bir ayrıma dikkat çekti. Bu durumu, kara ortamının tedrici bir dönüşüm geçirdiği, yeni koşulların karada yaşayan yeni hayvan türleri meydana getirdiği ve bunun sürekli devam ettiği varsayımıyla açıkladı. Böylece Lyell, Dünya ile canlılar alemi arasındaki dinamik dengeye vurgu yaptı. Humboldt'un coğrafya anlayışını benimsiyordu. *Jeolojinin İlkeleri*, 1832 ve 1833 yıllarında yayımlanan ikinci ve üçüncü bölümlerle tamamlandı. Eser, Lyell'in, Dünyanın yaşıyla ilgili keşfi nedeniyle heyecan yarattı. Ama Lyell dünyanın kökeni ya da işleyişine ilişkin herhangi bir dinî imada bulunmuyor, bu konuda görkemli spe-külasyonlar yapmaktan kaçınıyordu. Sunduğu kanıtların ağırlığı genel bir kabul gördü. Dünyanın yaşıyla ilgili tartışmayı bir doktrin olmaktan çıkararak bir kanıt meselesi haline getirdi. En büyük başarısı, bugün jeolojide işleyen doğa yasalarının geçmiştekilerle aynı olduğunu, bu yasaların fizikî ya da matematiksel bir yapı arz ettiğini, yıkıcı afetler hakkındaki çılgın hipotezlerin akıl dışı olduğunu ve gerçek jeolojide bu tür varsayımların yeri bulunmadığını savunarak jeolojiyi sağlam bir bilimsel temele oturtmuş olmasıdır. Lyell'in çağdaşları Roderick Murchison ve Adam Sedgwick, karbon dönemi ve tebeşir dönemi gibi jeolojik dönemleri tespit ederek bu dönemlerde ortaya çıkan Kambriyen ve Devonyen gibi kaya dizilerini tanımladılar. Dünyaya atfedilen muazzam uzunluktaki yaşa bu kez, bir zamanlar yeryüzünde hüküm süren ancak sonra nesilleri tükenen canlı formlarının bilgisi eklendi. Paleontoglar keşfetmekte oldukları hayvan fosillerini rekons-trüksiyon yöntemiyle yeniden inşa ediyorlardı. İngiltere'de Gideon Mantell, Sussex'teki tebeşir kayalarında bulduğu, iguanadon türünden nesli tükenmiş sürüngenlere ilişkin tasvirleriyle heyecan yarattı. Her ne kadar sözcük, 1842 tarihinde natüralist Richard Owen tarafından türe-tilmiş olsa da, Mantell'in çalışması dinozorlara ilişkin bir farkındalığın doğmasını sağladı.

1831-1836 yılları arasında gerçekleştirdiği tarihi seyahat esnasında *Jeolojinin İlkeleri*'ni okuyan Charles Darwin de Dünyanın yapısına ilişkin bu yeni görüşlerden derin biçimde etkilenenler arasındaydı. Darwin'in yaşamına ve düşüncelerine ilişkin öyküler, önemiyle oran-tılı olarak defalarca anlatıldı. Fransa ve Almanya'daki profesyonel ve akademik bilim adamlarının tersine Darwin hâlâ büyük ölçüde ama-tördü, on sekizinci yüzyıl modeline uygun bir İngiliz natüralistiydi.



Hydrarchos'un halka teşhiri, 1846. Paleontoloji, bilimsel devrimin tümüyle gözler önünde bulunan ve sonuçları derhal takdir gören bir yönüydü. Geçmiş devirlerin nesli tükenmiş yaratıkları popüler cazibelerini asla yitirmediler. *Illustrierte Zeitung*'dan, 1846.

Talih eseri, yayım ve bilimsel tartışma ortamlarından uzak kaldı. Beagle'ın Güney Amerika ve Pasifik'e seyahati ona çok sayıda, değişik canlı türünü, doğal ortamlarında incelerne fırsatı verdi. Diğer yandan Lyell okumaları, doğayı, milyonlarca yıllık bir sürece yayılan dinamik bir denge olarak görmesini sağladı. Türler arasında görülen farklılıklar birçok sorun içeriyordu: Bitki ya da hayvan familyaları neden farklı ama temelde birbirine benzeyen yüzlerce alt tür içeriyordu? Bu farklı türler arasında organik bir ilişki bulunması ve ortak bir atadan zaman içerisinde ayrılmış olmaları gerekirdi. Bu fikir daha önce Buffon, Lamarck, ve Darwin'in öz dedesi Erasmus Darwin tarafından birçok kere öne sürülmüştü, şimdi de Lyell tarafından savunulmaktaydı. Türlerin sabitliği düşüncesi tüm akıl yürütmelere aykırıydı. Ancak Lamarck'ın karşıt görüşlerinde de, türler gerçekçi ve sağlam bir varoluşa sahip değillerdi. Lamarckçı düşüncede tür içindeki değişimler bir tek nesil içinde olup bitiyordu ve bu yüzden türler yoğrulabilen bir yapıdaydılar. Bu düşünceyi ne Darwin ne Lyell kabul edebildi.

İngiltere'ye dönen Darwin 1837-1838 yılları arasında, gezisinden edindiği not ve günlükleri düzenlemekteyken türlerin dönüşümü için makul bir temel keşfetti. Darwin, bu keşif için ipucunu Thomas Malthus'un insan nüfusu üzerine kaleme aldığı denemesinden elde ettiğini kabul eder. Nüfus artışının besin kaynakları üzerinde bir baskı uygulayacağını ve açlık tehdidine yol açacağını savunan Malthus en elverişli, becerikli, çalışkan ve zeki olan bireylerin bu varoluş mücadelesinde ayakta kalacağını iddia ediyordu. Darwin bu fikri biyolojik dün-





İnsan ile primatlar arasındaki benzerlik: Darwin'den uzun süre önce bu türden benzerlikler, geleneksel "türlerin sabitliği" öğretisine ilişkin soru işaretleri uyandırdı. Sibly'in *Universal System* adlı eserinden, 1800.

yaya uyguladı ve Lyell'den aldığı uzun zaman sürecine uyarladı. Türler arasındaki dönüşümlerin her zaman için, çevresine daha iyi uyum sağlayabilen ve böylece rakiplerinin nesli tükenirken varoluşunu sürdüren türlere doğru gerçekleşeceğini varsaydı. Darwin, bu süreçte işlemekte olan mekanizmaya "doğal ayıklanma (natürel seleksiyon)" adını verdi. Bu ifadeyle, hayvanlar aleminde görülen ve yiyecek arayışında avantaj sağlayan küçük, bireysel ve fiziki farklılıkları kast ediyordu; hız, kuvvet veya herhangi bir organ ya da yetide, canlının ayakta kalmasını veya gelişmesini sağlayacak bir değişiklik ve diğer başarılı bireylerle birleşerek neslin güçlenmesini, nihayet yeni bir türün ortaya çıkmasını sağlayacak bir karakteristik... Ancak bu süreç, Lamarck'ın iddia ettiği gibi doğrudan çevresel faktörlerin denetiminde olan bir şey değildir.



THE ORIGIN OF SPECIES

Darwin'in 1859 tarihli *Türlerin Kökeni* isimli eserinin baş sayfası. Kitap, içeriğe ilişkin çağrışımlar taşıyan, cazip ve tartışmalı bir alt başlığa sahiptir ve çok satılan popüler bir eser olmuştur. Kopernik ve Newton'un eserleriyle birlikte, insanın dünyaya ilişkin anlayışında devrim yapan sayılı kitaplardan biridir.

Bir hayvan, yiyecek elde etmek için kendi boynunu ya da gagasını uzatamaz; dahası yiyecek en iyi donanımlı hayvan tarafından elde edilebilecek, bu hayvanlar ayakta kalacak, sağladıkları avantajları sonraki nesillere aktaracaklardır. Bu kuram, Lyellci jeolojinin temel çerçevesiyle birlikte, doğa bilimcileri uzun süre meşgul eden türlerin çeşitliği ve benzerliği meselesini açıklayan, "doğal ayıklanma" ya da "uyumcu evrim" kavramıdır. Cuvier'in tasavvur ettiği, çevresine mükemmel biçimde uyum sağlayan organizmaların tersine Darwin'in dünyası, değişimin ve gerek türlerin kendi içinde gerek türler arasında devam eden yoğun bir mücadelenin hakimiyeti altındadır.

Nasıl Kopernik 1520'lerden 1530'lara kadar kuramı üzerine düşündüyse Darwin de kendi kuramı üzerinde uzun süre düşündü. Her iki kuram da öne sürdükleri kanıtlarla değil, düşünce biçimleri bakımından birer devrim teşkil eder ve bu bakımdan aralarında ilginç bir paralellik vardır. Şayet bir diğer yetenekli doğa bilimci Alfred Russel Wallace (1823-1913), Darwin'e, türlerin birbirinden doğal ayıklanma vasıtasıyla ayrıldıkları fikrine ondan bağımsız bir şekilde ulaştığını açıklamamış olsaydı, Darwin görüşlerini ne zaman ilan ederdi, bu belirsiz bir konudur. Darwin düşüncelerinin taşıdığı tarihî önemin pekala farkındaydı. Çekingen bir tabiata sahip olsa da, yirmi yıl boyunca üzerinde çalıştığı orijinal düşüncelerine, birilerinin sahip çıkmasına göz yumamazdı. Gerek Darwin'in gerek Wallace'ın kaleme aldıkları ve evrim teorisinin ana hatlarını veren çalışmalar, 1858 Temmuzunda Londra'da Linnaeus Derneği'ne sunuldu ve Darwin kuramının bütünlüklü bir açıklamasını oluşturmakta aceleci davrandı. Kitabı grafiklerinin yanı sıra, içeriğini aşağı yukarı ele veren bir başlığa sahipti: *Doğal Ayıklanma Aracılığıyla Türlerin Kökeni ya da Yaşam Mücadelesinde Avantajlı Irkların Korunumu Üzerine.*



Eser 1859 Kasımında basıldı. Hemen meşhur oldu ve tartışmalara yol açtı. Eserin sunduğu kanıtların ağırlığı bilim adamları arasında geniş kabul gördü. Ama ortodoks inanca sahip düşünürler arasında derin bir rahatsızlığa yol açtı. *Tekvin* kitabıyla asla uyuşmadığı açıktı. Doğayı sadece tesadüfün hüküm sürdüğü, merhametsiz ve kontrolsüz bir alan olarak görüyor, Tanrısal aracılığa hiçbir yer bırakmıyor ve insanı da bu cangılın bir parçası kabul ediyordu. Hem Darwin hem de Lyell, insana ilişkin fosil kayıtları üzerine tartıştı ve insanı da evrim sistemi içine yerleştirdi. Başka türlü de yapamazlardı zaten. Eğer insan zaman içinde maymunlardan ayrılan, gelişmiş bir primatsa, insanın Tanrı'yla olan özel ilişkisi, evren içindeki müstesna konumu ve ruhu ne olacaktı? *Türlerin Kökeni*'nin yayımlanmasından sonraki yıllarda sorular artarak devam etti: Eğer doğa yasaları dünyanın ve dünya üzerindeki yaşamın evrimini tek başına açıklayabiliyorsa, Tanrı'nın rolü neydi? Biyoloji; insana ve onun dünyasına ilişkin geleneksel varsayımları, fizik, kimya ve hatta astronomideki herhangi bir keşiften daha çok tehdit ediyordu. Darwin'in eşi Emma Wedgwood bile onun fikirlerinden endişe duymuş ve bu fikirleri asla kabul etmemiştir. Darwin'in, kuramı üzerinde çalıştığı 1840 ve 1850'li yıllar boyunca yakındığı inatçı ve gizemli hastalığın, psikosomatik kökenli olduğu ve düşüncelerinin doğuracağı sonuçlardan duyduğu endişeden kaynaklandığı iddia edildi; sonraki yıllarda, 1870'lerde yaşamının en sağlıklı günlerini yaşamıştır.

Darwin'in eserinin içerdiği tartışma potansiyelinin umulandan hızlı yayılmasına yol açan iki faktör vardır. İlki, 1870'lerde tarihî tenkit yönteminin, *İncil*'de anlatılan öykülere yönelik kavrayışı değiştirmiş olması ve Almanya'da Julius Wellhausen ve Britanya'da Robertson Smith gibi düşünürlerin *Tekvin* kitabında yer alan yaradılışa ilişkin açıklamaları, antik dünyadaki diğer yaratılış mitlerinden esaslı bir farkı olmayan, bir tür mitos olarak yorumlamış olmalarıdır. *İncil*'deki öyküler artık Tanrı kelâmı değil, insan ürünü metinler olarak görülüyordu. Teologlar ve okullu düşünürler Darwinizme saldırıyor, ancak *İncil*'i ve onun tarih ve bilim alanındaki otoritesini daha geniş bir anlayışla yeniden ele almak gerektiğini artan bir şekilde savunuyorlardı. İkinci gelişmeyse; Auguste Comte ve Herbert Spencer gibi düşünürlerin evrime ilişkin olumlu ve ahlâki yorumlarıydı. Bu görüşte evrim acımasız bir cangıl olarak değil, cangıldan bir kurtuluş süreci olarak sunuluyordu. Yaşam aşağı formlardan daha yüksek formlara doğru bir yükselişti ve "uygar insan" bu süreçte en yüksek formu teşkil ediyordu. Doğada bir düzen ve ilerleme vardı. Pozitivistler (bu görüşü savunanlar bu




Hiçbir bilim adamının eseri, Darwin'inki kadar toplumsal bir tepki doğurmamıştır. İnsanın bir maymun olduğu düşüncesi mizahçılar için Allah'ın bir lütfu olmuştur. *Punch* dergisinden, 40, 1861.

şekilde adlandırılmaktaydı) aynı zamanda ateisttiler ama önerdikleri evrim anlayışını dinî bir inanca dönüştürebilmek mümkündü. Evrim kuramının ahlâkileştirilmesine yönelik bu süreç, on sekizinci yüzyılda Newtoncu fiziğin, rasyonel teoloji temeline oturtulması süreciyle çok benzeşir. Gerek bilimsel gerekse felsefî ve sosyal bakımdan taşıdığı potansiyel, evrim teorisinin Darwin'den sonra Batı düşünce dünyasında işgal ettiği merkezi konumu açıklar.

Ama Lyell'in jeolojisi ve Darwin zoolojisi, kolayca çözüme kavuşturulamayacak, akut bir bilimsel sorun doğurdu ve bu sorunun kaynağı fizik dünyadaydı. Dünyanın kökenine ilişkin kabul gören teori, Dünyanın çok sıcak bir eriyik kütlesinin zaman içinde soğuyarak katılaşmasından meydana geldiğini savunan nebular hipotezdi. Önde gelen İngiliz fizikçilerden biri olan Lord Kelvin, bu soğuma sürecinin ne kadar sürmüş olabileceğine ilişkin bir tahmin yürüttü ve bu tahmin temelinde, dünyanın yaşının en fazla 25 milyon yıl olabileceğini hesapladı. Bu rakam, gerçi büyük bir rakamdı ama Lyell'in betimlediği jeolojik süreçler göz önünde bulundurulduğunda yetersiz kalıyordu. Jeolojiyle fizik arasındaki bu anlaşmazlık, radyoaktivitenin, Dünyanın kendisinde mevcut bulunan bir ısı kaynağı olduğunun keşfedildiği ve Kelvin'in Dünyanın yaşına ilişkin tahminlerinin geçersiz hale geldiği yirminci yüzyılın başına dek çözülemedi. Bu sorun, bir bilgi disiplininde saptanan kanunların, bir başkasındaki kanunları eleştirmekte ya da tartışmakta kullanılıyor olması bakımından, bilimin eriştiği olgunluğa bir örnekti. Farklı disiplinler arasındaki uzlaşma, önemli bir ilke olan, uzlaşıya dayalı bilgi anlayışını doğurdu.



## Biyolojik ve Tıbbî Bilimler

On dokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru canlı bilimleri, Avrupa'nın her yanında ve kısa süre sonra da Amerika'da, sayıları giderek artan laboratuarlarda ve hastanelerde başlıca bir araştırma konusu haline geldi. Özellikle Alman üniversite sistemi ve Fransa'nın devlet destekli bilimi, fizik bilimlerindeki kesin amaç ve gözlem modellerinin yaşam dünyasına ve insan bedenine uyarlandığı bir araştırma anlayışını teşvik etmekteydi. Bilimde yoğun ihtisaslaşma dönemi henüz başlamamıştı. Bu yüzden kimya, botanik ya da zoolojideki keşifler, başka disiplinlere olduğu gibi tıbba da yeni perspektifler sunabiliyordu. Fizik bilimlerde olduğu gibi, canlı bilimlerinde de düşünce akımları, kuramlardan ve varsayımsal varlıklardan ağırlıklı olarak fiziksel ve klinik deneylere kaymaktaydı. Anatomik yapı üzerine uzun yıllardır esaslı araştırmalar yapılmaktaydı ama canlı organizmaların sistem ve işleyişlerini konu edinen fizyoloji bilimi henüz ortaya çıkmamıştı. Biyoloji ve tıptaki çalışmaların İskoçya'dan Macaristan'a, Rusya'dan İspanya'ya çok sayıda merkezde kurumsal bir hüviyet kazanması, kendi gelenek ve yöntemlerine sahip okulların ve seçkin hocaların ortaya çıkmasını sağladı. Böylece biyoloji bilimi giderek daha profesyonel ve kümülatif bir hal aldı. Bu yaygın ve amaçlı laboratuar çalışmaları programı, tıp için yeni bir şeydi ve yaşam süreçleri ve hastalıklar hakkında yeni bir anlayışa yol açtı. Ancak tüm bu akademik profesyonelliğe rağmen canlı bilimleri, amatör bir botanikçinin, yüzyılın en orijinal ve en etkileyici keşiflerinden birini gerçekleştirebilmesine el verecek ölçüde esnek bir yapıya sahipti. Bilim camiasından neredeyse tamamen soyutlanmış biçimde yürüttüğü özel çalışmalarıyla Gregor Mendel, genetik biliminin temellerini attı.

Tıbbın beslenme ve duyusal-motor sistemi gibi temel faaliyetleri tahlil etmek yerine spekülasyon ve varsayımların cazibesine kapıldığını ve bu yüzden fizik bilimlerden geri kaldığını düşünen Francois Magendie (1783-1855) Paris'te, fizyoloji biliminde yeni bir dönemin başlangıcını ilan etmiş oldu. Kimya biliminden edindiği teknikleri benimseyerek Magendie, striknin türünden bitkisel ve hayvansal ilaçlardaki aktif içerikleri ayırmak için deneyler yaptı. Bu deneyler nedeniyle, onu modern farmakolojinin kurucularından biri olarak görmek mümkündür. Magendie, omurilikte, duyusal ve motor işlevlerin birbirlerinden ayrı olduklarını ve gövdenin, sırasıyla ön ve arka kısımlara ayrıldıklarını keşfetti ve bu keşif üzerine İskoç hekim Charles Bell ile bir

öncelik tartışmasına girdi. Bugün bu yasa, Bell-Magendie yasası olarak bilinir. Magendie'nin Almanya'daki muadili, bütün bir bilim adamı kuşağına etki eden Berlinli Johannes Müller'di (1801-1858). Müller, henüz genç bir öğrenciyken, memelilerde ceninin göbek kordonu vasıtasıyla solunum yaptığını kanıtlamıştı. Sinirler fiziksel olarak birbirlerinden ayırt edilemez olsalar da, her bir duyu sisteminin özel ve sınırlı bir yolda işlediğini, örneğin göz ve kulaktaki sinirlerin sırasıyla ışık ve sese karşı duyarlı olduklarını keşfederek sinir sistemi hakkındaki temel bir soruna ilk kez işaret etti. Müller bu olguyu "özel sinir enerjileri yasası" olarak tanımladı. Gerek Magendie gerek Müller fizyoloji bilimini geliştirmekte sadece canlı hayvan bedenleri üzerinde araştırmalar yapmakla yetinmişlerdi. Magendie 1824 yılında İngiltere'ye yaptığı bir seyahatte, canlı köpekler üzerinde, çeşitli sinirlerin kesilmesi durumunda ortaya çıkan sonuçlar üzerine bazı deneyler yaptı ve bu olay İngiltere'de canlı hayvan bedenleri üzerinde gerçekleştirilen deneylere karşı bir hareket başlatılmasına yol açtı. Ancak bu reaksiyon Fransa'da yankı bulmadı. Magendie'nin yaklaşımı, öğrencisi ve genelde modern klinik fizyolojinin kurucusu kabul edilen Claude Bernard (18134-1872) tarafından sürdürüldü. Bernard daha çok, sinir ve sindirim sistemi üzerine araştırmalar yaptı ve mesela karaciğerin şeker yapma ve şekeri kanda glikojen olarak serbest bırakma işlevini keşfetti. Bernard vücudun bu türden birçok karmaşık kimyasal süreçle işlediğini gösterdi ve bu keşif onu, son derece etkili bir düşünce olan, bedenin iç dengesi (*le milieu interieur*) fikrine götürdü. Bernard uygulamalı tıbba hiç ilgi duymuyordu. Tam bir laboratuar adamıydı, sert ve pek arkadaşı olmayan bir insandı. Karısına ve kızlarına yabancılaşmıştı. Bu durumun, kısmen hayvanlar üzerinde yaptığı deneylerin yol açtığı tiksintiden ileri geldiği söylenir. Magendie'nin, tıbbı, vitalizm kuşkularından kurtararak fizyolojik analize dayanan katı bir determinizm temeline oturtma amacını yerine getiren kişi Bernard olmuştur.

Königsbergli Karl von Baer (1792-1876) 1826 yılında, memelilerdeki üreme hücresini saptamayı başarınca yüzyıllardır devam eden bir tartışma nihayet son buldu ve biyoloji tarihinde yeni bir dönem başladı. Temel ve değişmez bir hücre birimi keşfedilmişti ve böylece preformasyon mitosu son bulmuş, epigenesis ilkesi temellendirilmiş oluyordu. Baer "bir erkek ve bir dişinin cinsel birleşmesinden meydana gelen her canlının, biçimlendirici bir sıvıdan değil, bir üreme hücresinden geliştiğini" savunuyordu. Bu keşif, hayvanlardaki üreme araştırmalarında yeni ve sistematik çalışmaların başlangıcı oldu ve



hücre sorunu biyolojinin başlıca ilgi odaklarından biri haline geldi. Henüz yüzyılın başında Alman doğa bilimci Lorenz Oken (1779-1851), *Urschleim*ın varlığını öngörmüştü ve onun canlı dokulardaki çok küçük küreciklerden meydana gelen temel bir akışkan olduğunu düşünüyordu. *Urschleim* kavramı, Almanya dışındaki ülkelerde *protoplazma* olarak tanındı. 1821 yılında İtalyan mikroskopist Giovan Battista Amici (1786-1868) bir çiçeğin dişi organında (pistil) polenin üremesini gözlemlemeyi başardı ve 1831 yılında İskoç botanist Robert Brown (1773-1858) "hücre" olarak adlandırdığı mikroskopik küreciklerde çekirdeği teşhis etti.

Bunlar önemli ipuçlarıydı ve dikkatlerin yaşamın muhtemel temel birimi olan hücre üzerine toplanmasına yol açtı. Çünkü hücre hem bitkilerde hem de hayvanlarda bulunan ortak bir özellikti. Francois Vincent Raspail (1794-1878) kendi kendisini yetiştiren ve adı Fransa'daki sayısız sokak isminde yaşatılan bir kamu sağlığı eylemcisiydi. Tıp kurumu içinde bir dikendi ve siyasi faaliyetleri nedeniyle birçok kere hapis yattı. Raspail hücreden, kendi kendisini düzenleyen ve maddenin en derininde gelişen bir tür hücresel doku laboratuarı olarak söz ediyordu. Ama Johannes Müller'in iki öğrencisi Jacob Schleiden (1804-1881) ve Theodor Schwann (1810-1882) değişik türde dokuların, ortak karakteristikler paylaştıkları halde farklı hücreler geliştirdiklerini sistematik olarak saptadılar. Mesela, kandaki hücreler bağımsız ve ayrı bir yapı sergiliyorlardı: Kemik ve dişlerdeki dokular sağlam duvarlarla birbirlerine sıkı sıkıya kenetlenmiş durumdaydılar, tendon ve bağ dokularsa uzatılmışlardı. Schleiden ve Schwann, bu çeşitliliği, hücrenin yaşamının, bazı bağımsız boyutlara sahip olmakla birlikte, organizmanın bütünlüğüne boyun eğdiğini ve hücrelerin yaşamın temel yapı taşları olduklarını savunarak açıkladılar. Rudolf Virchow (1821-1902) organik gelişmenin mekanizmasının hücre bölünümü olduğunu ve her hücrenin bir başka hücreden meydana geldiğini savunarak Schleiden ve Schwann'ın kavrayışını geliştirdi. Virchow hücrede bazı kimyasal süreçlerin işlediğini ve hastalık kavramının hücre patolojisine, yaşamın temel birimlerindeki aksaklıklara indirgenebileceğini düşündü. Virchow, kamu sağlığıyla yakından ilgilenen siyasi bir radikaldi. Bir keresinde tifüs salgını için yazdığı bir reçetede bu hastalığa çarenin, demokrasi, özgürlük, eğitim ve refah olduğunu ifade etmişti. Bireysel yapıdaki hücrelerin oluşturduğu bir federasyon olarak organizma anlayışını huzurlu bir işbirliğinin ideal örneği olarak görüyor ve biyoloji ile siyaset bilimi arasında bir paralellik kuruyordu. Gerek fizik gerek sosyal

anlamda, tıbbın insan bilimi olarak görülmeye başlanması ile birlikte bilim Virchow için din benzeri bir disiplin halini aldı. Ama Alman toplumunun gidişatı hakkında oldukça karamsardı. Yaşamının son dönemlerinde tarih ve antropolojiyle artan biçimde ilgilendi ve büyük arkeolog Schliemann'a Truva kazıları esnasında eşlik etti.

Olgun hücre teorisi, biyokimya ve genetiğe giden yolu açtı ve maddeyi bileşenlerine indirgeyen atomcu teoriyle kurulan ilginç paralellikler kimya ve fiziğin hızlı bir şekilde gelişmesine imkân sağladı. Muhtemelen von Baer ile başlayan hücrenin keşfi süreci, 1877-1879 yılları arasında iki Alman bilim adamının, Hermann Fol (1845-1892) ve Wilhelm Hertwig'in (1849-1922) spermin yumurtaya girişini, birbirlerinden ayrı olarak gözlemlemeleriyle birlikte önemli bir dönüm noktasına ulaştı. İki araştırmacı da, saydam yapıda olmaları nedeniyle denizkestanelerinin, bu konudaki bilimsel araştırmalar için ideal bir canlı olduğunu düşünmekteydiler. Hayvana enjekte ettikleri koyulaştırıcı kimyasallar sayesinde, iki hücre çekirdeğinin döllenmiş bir yumurta oluşturmak üzere kısa süre içinde birleştiklerini gözlemlediler. Böylece üreme sürecine ilişkin, Aristoteles'ten beri devam eden bir tartışma, "Üremede dişi mi öncelikli unsurdur yoksa erkek mi?" tartışması nihayet çözülmüş oluyordu: İki tohum biraraya gelmekteydi; bu açık ve temel bir olguydu ancak henüz yüz yaşından daha genç bir keşifti. 1880'lerde, Liegeli Edouard van Beneden (1846-1910) gelişim sürecinde sonraki bir aşamayı, çekirdeğin bölünümü aşamasını gözlemledi. Mikroskobun açığa çıkardığı, çekirdeğin bölünümü esnasında kopyalanan ve sonraları *kromozom* olarak adlandırılan uzun parçacıklara dikkat çekti.

Biyo-tıp çok hızlı gelişmekteydi ama farklı veri ve olguları biraraya getirecek bütünleştirici ilkeler hâlâ nisbeten azdı. Bu yüzden, hata ihtimali çok yüksek oluyordu. On dokuzuncu yüzyıl biyolojisinin en muamma isimlerinden biri olan Jenalı Ernst Haeckel (1834-1919) alanının belki en ünlü uzmanıydı. Gerek akademik alanda gerek geniş halk kitleleri üzerinde büyük bir şöhret edinmişti. Müller'in bir öğrencisiydi ve kendisi de birçok seçkin biyolog yetiştirmiş, popüler bilim alanında çok önemli eserler kaleme almıştı. Haeckel evrimsel morfolojiyi özel çalışma alanı olarak benimsedi ve bu alanda "embriyonik özetleme" kuramını ortaya attı. Bu fikre göre insan embriyosunun tek bir hücre gelişimi, canlılığın bütün evrim sürecini birkaç ay içinde özetlemekteydi. Haeckel farklı türlerin embriyonik gelişimlerini resimleyerek yayımladı. Bu resimlerin, kuramını desteklediği görülüyordu ama kuram bugün geçerliğini yitirmiştir. Haeckel bir noktaya kadar,





Haeckel'in embriyolojisi. Ernst Haeckel, insan embriyosunun, yaşamın ilkel formlardan evrimini birkaç ay içinde özetlediğini iddia ederek embriyonik özetleme fikrini savundu. Bu görüşünü desteklemekte kullandığı resimler, bugün gerçekleri yansıtmaktan ziyade onun tezlerine uygun biçimde tasarladığı çizimler olarak kabul edilmektedir. Haeckel'in *Anthropogenie* adlı eserinden, 1891.

Alman doğa felsefesinin geç dönem bir temsilcisidir. Elde ettiği kanıtların ötesine geçerek, insanın evriminin kuşatıcı bir resmini çizmeye çalışmıştır. Aslında felsefi empirizmin, bilimin ideal yöntemi olduğunu savunmaktaydı. Sistem kurmaya ve spekülasyonlar yapmaya yönelik eğilimi, elde ettiği kanıtları yanlış yorumlamasına ve hatta çarpıtmasına yol açtı.

Haeckel'den daha az görkemli olmakla birlikte onun kadar önemli olan bir diğer bilim adamı, organik kimyanın kurucusu Justus von Liebig'dir (1802-1873). Von Liebig, havadan bitkiye oradan da hayvana geçen karbon döngüsünü analiz etti ki bu döngü, doğanın farklı alanlarının az sayıda elementin bireşim ve çözülümüne dayalı bir süreçte, birbirleriyle ilişkili olduklarını göstermekte ve maddenin korunumu prensibine klasik bir örnek teşkil etmekteydi.

On dokuzuncu yüzyıl biyo-tıbbının odağı ve kahramanı, varlığı daha önce bilinmeyen bir yaşam formunu, mikrobu keşfeden ve bedenin dış ajanlarca istilasına dayanan yeni bir hastalık modeli sunan Louis Pasteur'dür (1822-1895). Enfeksiyon ve bulaşma olgularının varlığı pratik bir düzeyde de olsa, uzun süredir biliniyordu. Antikçağ ve Ortaçağ dünyasında cüzzam ya da veba gibi hastalıkların kurbanları-

nın toplumdan tecrit edilmesinin sebeplerinden biri de buydu. Ancak hastalığın iç sebebinin ilâhî ya da belki astrolojik bir gizem olduğu, hastalığın etkilerinden kaçınılabileceği ve bu hastalıkların ilâhî bir ihtar teşkil ettiği düşünülüyordu. Hastalıkların sebeplerini kavrayabilmek, bilimin karşı karşıya kaldığı en büyük sorunlardan biri olarak görülmekteydi ve Pasteur bu sorunu çözdü. Pasteur'ün yöntemi son derece pratik, deneysel ve hırslıdır. Ancak çalışmaları zaman zaman sezgileri tarafından da yönlendirilmiştir. Hatta düşüncesinde vitalist bir inanç sezilir. Öyle ki bir sonuç elde ettiğinde onu ateşli bir şekilde ve hatta körlemesine savunmuştur. Pasteur'ü tarihî önem taşıyan mikrop kuramına götüren süreç oldukça karmaşıktı ve 1850'lerde fermantasyonun yapısına ilişkin gerçekleştirdiği çalışmaların bir sonucuydu. Genel kanaat, fermantasyonun, şekerin alkole, asitlere ve gazlara dönüştüğü salt kimyasal bir süreç olduğu yolundaydı. Bu sürecin, havasız ortamda gerçekleşiyor olması (ki oksijenin her tür yanma ve solunum olayında hayatî bir öneme sahip olduğu biliniyordu) bu görüşü desteklemekteydi. Pasteur bu süreci herhangi bir kimyasal denklemle ifade etmenin imkânsızlığını görmüştü. Çünkü doğurduğu tâli sonuçlar çok fazla ve karmaşıktı. Ayrıca mayanın yapısı kimyasal analizlere direniyordu. Pasteur'ün başlıca kavrayışı, mayanın havasız ortamda şekerden oksijen çıkararak yaşamını sürdüren, yine aynı kaynaktan karbon ve nitrojeni asimile ederek gelişen bir canlı organizma olduğunu keşfetmesi oldu. Bu durum, mayanın havayla temas ettirildiğinde gelişmesi ancak şekeri fermante etmemesi durumunu kesin olarak açıklıyordu. Fermantasyon, ancak serbest oksijenin yokluğu durumunda gerçekleşiyordu. "Havasız ortamda yaşam" anlayışı yeniydi ve bilim camiasında hayli tartışma doğurdu. Ancak Pasteur'ün, varlığından daha önce kimsenin haberdar olmadığı mikroplar alemine ilişkin keşfinin odak düşüncesiydi. Her türlü fermantasyon olayının saklı kalmış ve gizemli doğasının açıklanmasında ve canlı varlıkların düzenlenişinde rol oynayan birçok normal ve anormal sürecin açıklığa kavuşmasında anahtar bir rol oynamaktaydı. Bu süreçler arasında, Pasteur'ün artık mikro-organizmalar kapsamında değerlendirdiği çürüme olgusu da bulunuyordu. Pasteur şimdi bu süreci, hayvani ve bitkisel yapıların bileşenlerine ayrışması, karbona, hidrojene ve nitrojene dönüşmesi şeklinde açıklıyordu. "Yaşam, ölümün işlerine her evrede ortaktır" diye yazmaktaydı Pasteur. Ölüm, kimyasal elementlerin genel döngüsünde önemli bir rol oynamaktaydı; ölümün bir karakteristiği haline gelmiş olan o koku, sülfürün gaz formunda açığa çıkmasının bir sonucuydu. Pasteur iki temel



mikrop türü olduğunu düşündü: Oksijensiz yaşayabilen *anaeroblar* havasız ortamda mayalanmayı gerçekleştirirler. Oksijenle yaşayabilen *aeroblar* ise yüzeyde yaşarlar, su, amonyak ve diğer bazı maddeleri meydana getirirler ve oksitlenmeye yol açarlar.

Bu organizmaların asıl ortamı neresiydi ve nasıl yayılmışlardı? Pasteur, havadaki, kapalı kaplardaki, kaynatılan kaplardaki, filtrelerle kontrol edilen kaplardaki organik maddeler üzerine bir dizi titiz deney gerçekleştirdi. Tüm bu ortamlarda, toprak, hava ve suyun çok sayıda ve görünmez mikropla dolu olduğunu kuşkuya mahal bırakmayacak biçimde kanıtladı. Birçoğu mikroskopla fark edilebilen bu mikropların, hayvanlar ve bitkiler aleminde temel bazı kimyasal süreçlere yol açtıklarını düşündü. Pasteur, on yedinci yüzyılda Spallanzani'nin bir süre için yatıştırdığı ancak bilimsel kimyanın ortaya çıkışıyla birlikte yakın zamanda yeniden canlanan antik bir soruya, "Kendiliğinden üreme sözkonusu olabilir mi?" sorusuna nihaî bir cevap vermiş oluyordu. Solunum olayında oksijenin hayatî bir rol oynadığının keşfedilmesiyle birlikte, biyologlar Spallanzani'nin deneylerini yeniden gözden geçirmek zorunda kaldılar ve bu gözden geçirme sonucunda, oksijenin mevcut olmadığı durumlarda kendiliğinden üremenin gerçekleşmediği ortaya çıktı. Saygın bir doğa bilimcisi Felix Pouchet, 1859 yılında, materyalistler ile dindar düşünürler arasındaki çağdaş tartışmalarla iç içe geçtiği için her zamankinden çok ilgi uyandıran kendiliğinden üreme anlayışını savunan uzun ve ayrıntılı bir yazı kaleme aldı. Materyalistler kendiliğinden üreme olgusunu cazip buluyor ve bunu yaşamın, uygun koşulların oluşması durumunda işlemeye başlayan kişileştirilmemiş ve fiziksel bir süreç olduğuna kanıt olarak gösteriyorlardı. Buna karşılık geleneksel dinî anlayışı savunan düşünürler ise canlıların yaratılışını, eşsiz ve ilâhî bir olay olarak görüyorlardı. Pasteur sağlam dinî inanışlara sahip bir insandı; kendiliğinden üreme fikrini Tanrının yaratıcı gücüne bir tehdit olarak görüyor ve şiddetle reddediyordu. 1860 yılında Fransız Bilimler Akademisi, bu soruna kesin bir çözüm bulanı mükafatlandıracağını duyurarak bir tartışma başlatınca Pouchet ile Pasteur bu gladyatör dövüşüne bilendiler; bilim, ondokuzuncu yüzyıl insanının ruhu üzerine kamusal bir mücadeleye şahit olmaktaydı. Pasteur ilk olarak, havanın steril organik maddelerde çürümeye ya da mayalanmaya yol açacağını kanıtladı. İkinci olarak; bu sürecin sadece havanın değil aynı zamanda havada bulunan çok küçük canlı varlıkların marifetiyle gerçekleştiğini kanıtladı ve bu varlıklar filtrelendiğinde sözkonusu süreçlerin de engellendiğini gösterdi. Üçüncü olarak bu aktivitenin mikroskop



Laboratuarında çalışan Louis Pasteur. Pasteur'ün, hastalıkların görünmez kaynaklarını keşfetmiş olması, ona bilim adamları arasında eşi olmayan bir ün kazandırdı. *The Graphic*'ten, 52, 1895.

altında, çok küçük ve bazen kendi kendine hareket edebilen cisimlere indirgenebildiğini ve dördüncü olarak ısı gibi çevresel faktörlerin havadaki mikrop yoğunluğunu doğrudan etkilediğini gösterdi. 2000 metreden yüksek, Jura dağlarında bu konuda deneyler yaptı. 1861'de yazdığı "Atmosferde Mevcut Bulunan Organize Cisimcikler Üzerine İnceleme Yazısı - Kendiliğinden Üreme Öğretisi Üzerine Bir Eleştiri" isimli makalesinde bulgularının çoğu mevcuttur. Akademi'nin koyduğu mükafatı kazanan Pasteur oldu ve talihsiz Pouchet'yi yenilgiye uğrattı.

Pasteur'ün ünü bu ödülden sonra iyice arttı. Şarap ve ipek endüstrisi, çiftlik hayvanları ve tarım alanındaki bazı teknik sorunların çözümü için hükümetten bir dizi davet alarak kamu hizmetine girdi. İpekböceklerine zarar veren iki hastalığın mikroplarıyla mücadele ederek, Fransız ipek sanayisini bir beladan kurtardı; fermantasyona ve ekşimeye yol açan bakteriyel ajanları yok etmek için şarap ve sütün doğru seviyeye dek kaynatılması gerektiğini gösterdi; tavuk kolerası ve şarbon gibi hayvan hastalıklarıyla mücadele etti; geliştirdiği aşının gücünü 1881 yılında halka açık bir gösteride kamuya tanıttı ve bu gelişmelere ilişkin öyküler halk arasında dilden dile yayıldı. Aşı çalışmalarında Pasteur, Jenner'in çiçek aşısına ve bağışıklığa ilişkin erken



başarılarından etkilenmiştir. Pasteur, bağışıklık elde etmek için enfeksiyonlu maddeyi uygun seviyeye dek zayıflatarak önemli bir aşı tekniği geliştirdi. Ancak bu aşının yol açacağı sonuçlar kendisi için de, yaşamın geneli için de tehlikeli olabilirdi. Geliştirilen aşının hayvanlar üzerinde denenmesinde bir sorun yoktu ama Pasteur yol açacağı sonuçları tam olarak test etmeden, aşıyı insan üzerinde uygulamak istemiyordu. Bu yüzden uzun süre duraksadı. Birçok tıp kurumu Pasteur'ün mikrop teorisini, insan hastalıklarına uygulamayı reddetti. Çok küçük ajanların, insan gibi büyük ve güçlü bir canlıya saldırarak onu yok edebileceği düşüncesi birçoklarına komik görünüyor; mikropların varlığı, hastalıkların nedeni değil sonucu addediliyordu. 1880'lerin başından itibaren Pasteur ve Berlin'de çalışmalar yürüten Robert Koch gibi diğer bazı bilim adamları, farklı patojenik ajanların, tüm hastalıkların değilse de şarbon, çiçek, humma ya da tüberküloz gibi birçok hastalığın nedeni olduğu sonucuna vardı ve bu yeni hastalık modelinin tıp biliminin başlıca meselesi olduğunu iddia etti.



Ölüm, krallığının tahtına kurulmuş, 1835. Mikroplardan arındırma ve anestezi uygulamaları ortaya çıkmadan önce, hicivciler, doktorları kendilerini de ölüm nedenlerinden biri olarak gösteriyorlardı.

Kuduza karşı kazanılan zafer, bu yeni kuramın üstünlüğünü göstermekte en etkili olay oldu. Hastalık o güne dek gizemli, korkunç ve daima ölümcül olarak görülmekteydi. Pasteur de Jura'da geçen çocukluk yıllarında bu hastalığa ve hastalığın tedavisinde ısırıkların ıstıraplı biçimde dağlandığına şahit olmuştu. 1880'den sonraki beş yıl boyunca hastalık üzerine deneyler yaptı ve hastalıklı köpeklerden aldığı numunelerle, hastalığa karşı kısmi koruma sağlayan bir aşı üretmeyi başardı. Ancak aşının doğurduğu sonuçlar şüpheliydi. 1885 yılı Temmuzunda Pasteur'e, Alsace'dan Jacob Meister isimli dokuz yaşında bir çocuk getirdiler. Çocuk kuduz bir köpek tarafından feci şekilde ısırılmış ve doktorlar yaşamından ümidi kesmişti. Hükümetin kurduğu kuduz




Mikrop politikacıları İnsanlar aleminden farklı, tuhaf yaşam formları. Pasteur'ün, toprak ve havadaki küçük organizmaların gizli dünyasını açığa çıkarması biyolojide bir devrimdi. *Dinozor* ya da *atom* ve *bilinçaltı* kavramları gibi *mikrop* kavramı da bilimsel düşüncenin olduğu kadar, popüler düşüncenin de bir parçası oldu.
*Punch* dergisinden, 84, 1883.

komisyonunun üyeleri Pasteur'e, aşısını bu denek üzerinde kullanması için baskı yaptılar. Pasteur aşının yol açabileceği neticelerden endişe duyduğu halde komisyonun isteğini kabul etti. On gün sonra çocuğa en şiddetli kuduz aşısı enjekte edildi ve aşı herhangi bir aksi sonuç doğurmadı. Çocuğun hayatı, ısırılışından dört ay sonra tamamen kurtulmuştu. Bunu diğer başarı



vakaları izledi. Doktorlar arasında hâlâ bazı şüpheler vardı ve aşı nadiren başarısız olabiliyordu. Ancak Pasteur'ün şöhreti artık yeni bir boyut kazanmıştı. Paris'te kendi adını taşıyan bir enstitüsü kuruldu, sokaklara, okullara hatta köylere onun adı verildi. Pasteur'ün önerdiği hastalık modeli büyük bir zafer kazanmıştı. O güne dek karanlık ve yenilmez görünen acılara ve hastalıklara meydan okumuş ve bu sebepleri ortadan kaldırarak efsanevî bir hüviyete bürünmüştü. Pasteur'ün çalışmaları, ilerlemeye duyulan inancı beslemesi açısından sosyal bir öneme de sahipti: Tarihte yeni bir dönemin açıldığına ve bilimin bu süreçte insanlığın düşmanlarını tek tek yok edeceğine ilişkin genel bir kanaat oluştu. Yaşamının son dönemlerinde kaleme aldığı bir yazıda Pasteur, bilimin ve barışın, cehalet ve savaş üzerinde zafer elde edeceğine sarsılmaz bir inanç duyduğunu ifade ediyordu. Biraz daha yaşayabilseydi bu inancın yıkılışına şahit olacaktı. Ama Pasteur elde ettiği şöhreti hak eden bir bilim adamıydı. Fiziksel dünyaya ve insanın fiziksel dünyadaki konumuna ilişkin kavrayışımızı sonsuza dek değiştirerek, Kopernik, Newton ve Darwin gibi büyük bilim adamları arasındaki yerini aldı.

Berlinli Robert Koch (1843-1910) Pasteur'den yirmi yaş gençti ama ondan bağımsız bir şekilde hastalık mikrobiyolojisi üzerine araştırmalara başlamıştı. 1882 yılında, ondokuzuncu yüzyıl Avrupa'sının felaketi olan tüberküloza yol açan bakteriyi keşfetmeyi başardı. Ama hastalığa karşı bir aşı geliştirdiğini açıklaması zamansız oldu. Kamu sağlığını büyük ölçüde etkileyen bu felaket, hastalıkların mikroplardan kaynaklandığı teorisine geri dönüşü sağlamasa da Koch, Avrupalıların, kendi ülkelerinde olduğu kadar deniz aşırı kolonilerinde de yüz yüze geldikleri kolera, malarya, dizanteri ve tifüs gibi hastalıklarla mücadele eden öncü bilim adamları arasındaydı. Pasteur'ün öğretilerinin uygulama sahasındaki en temel ve etkileyici örneği, mikrop teorisinden etkilenen Glasgowlu cerrah Joseph Lister'in (1827-1912), karbolik asidi 1860'lar gibi erken bir dönemde dezenfektan olarak kullanmaya başlamasıdır. Ignaz Semmelweis (1818-1865) özellikle doğum hummasının yol açtığı ölümlerin son derece yaygın olduğu Viyana'daki doğumhanelerde antiseptik bir uygulama başlatarak, aslında Pasteur ve Lister'in gelişini önceden müjdelemişti. Ama bu hadise, Pasteur'ün henüz kuramını açıklamadığı 1850'lerde gerçekleşmişti. Meslektaşları bu uygulamalara şiddetle direnmiş ve Semmelweis kalbi kırık bir adam olarak emekli olmuştu. *Asepsi* (mikroptan arındırma) ondokuzuncu yüzyıl tıbbının iki temel direğinden biriydi. Diğer direk anestezidir. Bu iki uygulama, cerrahi imkânlar bakımından devrim yaptı. Daha önce alkolle gerçek-

leştirilen bazı basit uygulamalar bir kenara bırakılacak olursa, ilk anestezi uygulamaları nitrooksidin (gülme gazı) kullanımıyla 1820'lerde başladı. Daha sonra eter, anestezi uygulamalarına girdi ve nihayet Sir James Simpson (1811-1870) 1847 yılında kloroformu anestezide kullanmaya başladı. Tıbbın teknik tarihi, 1840-1900 yıllarında Londra, Paris, Edinburg, Berlin ve başka yerlerdeki büyük öncü hastanelerde, aslında patoloji ve cerrahiyi ancak yarı yarıya keşfetmiş bulunan, hırslı ve her şeyi bilen profesörlerce yürütülen çalışmalara dayanır. Bu profesörlerin isimleri, keşfettikleri hastalıkların isimlerinde bugün bile yaşatılır; Addison, Bright, Parkinson, Paget... Tıp mesleğinin o dönemlerdeki kahramanca ve irticali niteliği, kendisi de Edinburglu bir tıp mezunu olan Arthur Conan Doyle'un tıbbi kurgularında ve onun ilk ameliyatlara, basit elektroterapi uygulamalarına, frenginin kalıtımsallığının korkunç bir şekilde keşfedilişine, kadınların tıp mesleğine girişine, şans eseri keşfedilen mucizevi tedavilere ilişkin öykülerinde güzel biçimde ifade edilir. Bu kültürde tıp bir yandan, gelişmekte olan bir bilim olarak görülüyor diğer yandan analitik zekadan ziyade cesarete ve karakter sağlamlığına dayanan bir keşif alanı olarak da değerlendiriliyordu.

Yüzyılın sonlarına doğru daha bilimsel bir gelişme yaşandı; kimya ve biyokimyanın temelleri atıldı. Paul Ehrlich (1854-1915) hücrenin normal kimyasal süreçlerle işlediğini ve antikorların, kan akışında teşhis edilebilen toksinleri zayıflattığını gösterdi. Bu antibiyotik öncesi dönemde Ehrlich, Pasteur'ün aşı tedavisine alternatif olarak, kimya terapisinin öncülüğünü yapmış ve arseniğin frengiyi yok eden bir türü olan *salvarsan* keşfetmiştir. Emil Fischer (1852-1919) karbonhidratı kimyasal olarak sentezledi, proteini analiz etti ve bunların insan fizyolojisinde oynadıkları rolü araştırdı. 1878 yılında Willhelm Kühne keşfedilen pek çok biyokimyasal katalizörü ifade etmek üzere "enzim" terimini türetti. Enzimlerin, kendileri değişmeden kalan fakat spesifik kimyasalları birbirine bağlayan asimetrik moleküllerden oluştuklarını tesbit etti ve enzimlerin işleyişini açıklamak üzere bir kilit-anahtar modeli önerdi. Böylece küçücük bir enzim miktarının neden tekrar tekrar tepkimelere girdiğini açıkladı. Bunların tümü de profesyonel ve akademik merkezlerde yapılan, yüksek uzmanlık gerektiren araştırmalardı ve bu çalışmaları yürüten araştırmacılar yeni düşünce olimpiyatlarında, Nobel Ödülleri ile onurlandırılan yıldızlar haline geldiler. Yine de biyoloji araştırmalarındaki en önemli gelişmelerden biri, herhangi bir laboratuar ya da hastane ortamından uzakta, özel bir çalışma sonucu ortaya çıktı ve bilim camiasının bu gelişmeden hiç haberi olmadı.



Gregor Mendel (1822-1884) yaşamının 1855 yılından sonraki on yılını, Brno'daki Augustinian manastırının bahçesinde, kalıtım için bir model belirlemek uğruna bir dizi deneye sarf etti. Mendel Viyana Üniversitesi'nde matematik ve biyoloji de dahil olmak üzere bilim tahsili gördü ama bir diploma almadı. Virchow ya da Pasteur gibi bir profesyonel bilim adamı değil, Darwin tarzı bir natüralistti. Mendel'in deneylerine başlamadan önce, kanıtlamayı ümit ettiği bir peşin hükme sahip olup olmadığını bilmiyoruz. Ama deneylerini metodolojik olarak planladığı kesindir. Yetiştirdiği yaklaşık 30.000 bezelye bitkisi üzerinde deneyler yapmış ve uzunluk, renk, yaprak şekli gibi yedi ayrı karakteristiğin kalıtım düzenini kaydetmiştir. Mendel'in keşfettiği şeyin özü şudur: Mesela sarı bezelyelerden alınan polen, yeşil bezelyeleri döllemekte kullanıldığında, bu döllenmeden doğan tüm bezelyeler sarı olmaktadır. Bu durum, karışık renkte bezelyeler ortaya çıkmasını bekleyen sağduyu için oldukça tersken, bir büyük sürpriz daha ortaya çıkmıştı; ikinci nesil sarı bezelyeler kendi aralarında döllendiklerinde yeşillik özelliği, az sayıda bezelyede yeniden ortaya çıkmaktadır. Dahası, Mendel bunun dörtte bir gibi sabit bir oranla gerçekleştiğini saptamıştır. Bu düzen, Mendel'in gözlemlediği, uzunluk, yaprak şekli gibi diğer özellikler için de aynen tekrarlanmaktadır. Mendel'in zekası sadece deneye değil, çıkarıma da çok yatkındı. Çünkü deneylerinden umulmadık ve parlak sonuçlar çıkardı. Bunlardan en önemlisi, her karakteristiğin diğerlerinden bağımsız biçimde varolan bir faktörce belirleniyor olduğunu keşfetmiş olmasıdır. Bu faktörler, dişi ve erkek döllenmesinden, çiftler halinde oluşuyor ve her çiftte, biri (dominant olanı) diğerine baskın geliyordu. Ancak bu durumda, çekinik (resesif) faktör ortadan kalkmıyor, uygun oranda birleşme sağlandığında yeniden ortaya çıkabiliyordu. Hepsinden genel ve önemli olan fikir ise bu faktörlerin, nesilden nesile geçerken, karakterlerini bozulmadan koruyor olmalarıydı. Karışmıyor ya da dönüşmüyorlardı. Mendel, büyük bir veri yığınını istatistiksel biçimde analiz etmiş ve daha önce gelişigüzel bir olgu olarak algılanan biyolojik bir hadiseyi tanımlamakta yasalar formüle etmeyi başarmıştı.

Mendel bu faktörlerin gerçek fiziksel bir varlığa sahip olup olmadıklarını bilmiyordu ama bundan kuşkulanmış olduğu şüphesizdir. Bulgularını bir teori ya da sistem haline getirmedi ama elde ettiği bulguları bilim camiasına duyurmaya çalıştı. Düşünceleri şevkle karşılanmış olsaydı belki çalışmalarını genişletirdi ama öyle olmadı. Çalışmalarını 1865 yılında Brno'daki Doğa Bilimleri Derneği'ne sundu.

Çalışmalar, 1866 yılında Derneğin yayın organında yayımlandılar ama bilim camiasından hiçbir tepki gelmedi. Hevesi kırılan Mendel biyoloji üzerine başka hiçbir çalışma yayımlamadı ama kalıtım meselesi üzerine çalışmaya devam etti ve bu çalışmalar bir nesil için unutulmuş olarak kaldı. Yeniden keşfedildiklerinde geçerlikleri kabul gördü. İnsan genetiğinin, Mendel'in üzerinde çalıştığı yedi bezelye karakteristiğinden çok daha karmaşık olduğunu söylemeye gerek yoksa da, onun çalışmaları modern genetik kuramının temelini oluşturdu. Mendelci genetik ile Darwinci evrim arasındaki ilişki problemliydi. Mendel'in faktörleri (genler) karakteristiklerin kalıtımsallığı için bir mekanizma sağlıyor görünüyordu ama bu karakteristiklerin, karışıma ya da değişime maruz kalmaksızın nesilden nesile aktarıldıklarının ortaya çıkması, türlerin yapılarında meydana gelen dönüşümleri açıklamayı iyice güçleştiriyordu. Üreme hücreleriyle vücudun geri kalanı arasındaki farklılığa vurgu yapan August Weismann'ın (1834-1914) etkileyici teorileri bu sorunu özellikle belirgin kıldı. Weismann'ın *germ-plazm*ları (onlara bu ismi vermişti) içinde bulunduğu biyolojik çevreden etkilenmeksizin nesilden nesile aktarılıyordu. Weismann bu *germ-plazm*ların üreme hücrelerinin çekirdeğinde bulunduklarını iddia ederek, oldukça ileri görüşlü bir tavır sergiledi ve bu teori DNA'nın varlığının bir öngörüsü olarak kabul edildi. Ama, eski, preformasyon düşüncesinin yankılarını içeriyordu. Weismann türler içindeki ve türler arasındaki çeşitliliklerin nasıl ortaya çıktığını açıklamaya çalıştı. Evrim ve genetiğin birbiriyle uyumlulaştırılması, modern biyolojiye kafa tutan sorunlardan biri haline geldi.

### On dokuzuncu Yüzyılın Başarısı

On dokuzuncu yüzyılın başlarına dek, hükümetlerin, savaşların, sosyal ve bireysel yaşamın seküler tarihini, bilime başvurmaksızın yazmak mümkündü. Okyanus gemiciliği ya da matbaanın icadı gibi başlıca yenilikler bile, gerçi büyük pratik başarılardı ama teorik bir temele sahip değildiler ve kaçınılmaz yeni teknolojilere yol açmadılar. Ama on dokuzuncu yüzyılın sonundan itibaren bilim, insanın yaşayış ve düşünce biçimini dönüştürmeye başladı ve Batı kültürünü şekillendiren bir güç haline geldi. On dokuzuncu yüzyıl biliminin başarılarını karakterize etmek için "görünmez olanın keşfi" ifadesini kullanmak mümkündür. Fizik, kimya ve biyotıpta, deneyle ve tikelden tümele doğru bir akıl yürütmeyle gerçekleştirilen devrimler, doğada mevcut bulunan ve on sekizinci yüzyılın başlıca düşünürlerinin varlığından bile haberdar olmadığı gizli canlıları ve güçleri açığa çıkarmıştır. Ama Kopernik, Galileo ya da Newton'un çalışmalarının tersine, bu devrim sadece düşünsel bir devrim olarak kalmadı. On dokuzuncu yüzyılı diğer yüzyıllardan ayırt eden özellik, kimya ve elektrik endüstrilerinin ortaya çıkması ve o güne dek ölümcül olan hastalıklara çare bulunması gibi bazı teknolojik gelişmeler vasıtasıyla bilimin görünür hale gelmiş olmasıdır. Bilimsel çalışmalardan elde edilen sonuçlar muazzamdı ve laboratuar dışına taştı. Mesela Almanya, Japonya ve ABD gibi dünya güçlerinin akıl almaz yükselişi, bu ülkelere yeni endüstriler, yeni silahlar ve yeni siyasî amaçlar kazandıran teknolojik atılımlara başvurulmaksızın açıklanamaz. İnsanın kesin bilgiye yönelik arayışının uzun tarihinde, bilimin kesin bilgi sağlayamayacağına ilişkin genel bir kanaat bulunmaktaydı. Ama ondokuzuncu yüzyılın en yenilikçi düşünceleri hep bilimsel düşünceler olmuştur; evrim, mikrop kuramı, enerjinin korunumu... Bu yeni bilimin en büyük sanat eseri ise makinedir. On sekizinci yüzyılda ateizmin açıkça güç kazandığı Fransa dışında bilim, ilk kez dünyayı açıklamakta, dine meydan okuyan ya da onun yerini alan bir düşünsel güç haline geliyordu. Bir Viktorya dönemi bilim adamı "Tüm kozmik kuram alanını teolojiden istiyoruz ve zorla alacağız" diyordu: "Evrim, insan zihni için mutlak anlamda anlaşılmaz bir gücün tezahürüdür." Bu sözlerin yazarı ve *Doğa* dergisinin kurucusu olan John Tyndall bir ateist değil panteistti. Bilimi, gizli olanı açığa çıkaran bir güç ve neredeyse yeni bir inanç olarak görüyordu. *Bilim adamı* (scientist) sözcüğü 1837 yılında, bir Cambridge hocası ve tümevarımsal bilimin tarihini yazan ilk kişi olan William Whewell tarafından türetildi. Deneysel bilim İngiltere'de, 1820'lerde Londra'da kurulan yeni üniversitede gecikmeli olarak müfredata girdi ve seküler eğitimin tehlikelerine ilişkin birçok tartışmanın sonunda, 1870'lerde Oxford ve Cambridge de nihayet deneysel bilime teslim oldu. Bilim adamı karakteri, Doyle'un Profesör Challenger'ı ya da Verne'in Profesör Lidenbrock'u gibi tiplerle popüler düşünceye girdi: her şeyi bilen, kendini beğenmiş, ters tabiatlı, sağlam iradeli ve matematiksel düşünen bir tip. Yine de otomatlıktan hayli uzak olarak büyük bilimciler örneğin Darwin ya da Pasteur, doğru açıklamalara vardıracak sağlam bir sezgisel zekaya sahiptiler ama doğanın sınırsız güçlerine ve insan zihninin bu güçlere nüfuz etme kapasitesine duydukları inanç onları fantastik bir çehreye bürümüş olabilir. Enerjinin ve maddenin korunumu yasaları, insanın ellerine, doğal dünyadaki tüm gözlemlenebilir değişimleri teorik olarak açıklayabilmesini sağlayacak iki alet verdi. Artık değişim, elementlerin uzamda yeniden düzenleniş-

lerine indirgenmişti. Helmholtz'un tahayyül ettiği de tam olarak buydu. Ve Rutherford "Tüm bilim fiziktir ya da bir pul koleksiyonudur" derken bunu kastediyordu: bilim, atomların ve onları kontrol eden güçlerin analiz edilmesi ya da açıklanmasıydı.

Bilimin bu çağda taşıdığı önem, kolektif insan deneyiminin de tıpkı fizik ve biyolojide olduğu gibi ince ama kuşatıcı yasalara tâbi olduğu düşüncesine dayanan toplumbilimin ortaya çıkışında en açık biçimde bellidir. Bu fikir Darwinizmden öncesine dayanmaktadır ama ilk kez 1800-1820 yılları arasında Hegel'in düşüncelerinde ortaya çıkmıştır ve Hegel bu düşünceyi genel evrim kuramına borçludur. Hegel'in temel argümanı, doğada ve toplum yaşamında görülen değişimin, her zaman, daha alt formlardaki çatışmaların daha üst formları doğurduğu bir metafizik süreç tarafından belirlenmekte olduğudur. Doğada, toplumsal yapıda ve düşüncede bu aynı sürecin işlediği görülür. Hegel teolojiyle, bilimden daha çok ilgilendi ama modeli öyle güçlü ve esnekti ki Hıristiyanları, ateistleri, kapitalistleri, Marksistleri, bilim adamlarını ve mistikleri hep birden etkileyebildi ve bunların tümü de kendi özel sistemlerinin, Hegel'in kastettiği en üst form olduğunu iddia ettiler. Bilimin yükselişine daha doğrudan borçlu olan düşünce, insan düşüncesinin ve tarihinin üç ayrı aşamadan geçen bir süreç olduğunu iddia eden Auguste Comte'un pozitivist diniydi. Bu aşamalar teolojik, metafizik ve en yüksek aşama olan bilimsel aşamadır. Evrim teorisi bu insanlık tarihi anlayışına biyolojik bir mekanizm sağlamaktadır. İnsan toplumlarının gelişmekte oldukları düşüncesinin en bütünlüklü tezahürü, kendi tarih analizinin yalnızca bir kuram değil bilimsel yasaların bir ifadesi olduğuna inanan Karl Marx'ın düşüncesinde görülür. "Tarihin kendisi", diye yazar Marx, "doğa tarihinin, doğanın insana doğru gelişiminin gerçek bir parçasıdır: Doğa bilimleri, zamanla toplumbilimi de kapsayacak şekilde gelişecektir".

Makine çağında, insan toplumu en büyük makine olarak tanımlanmaktaydı ve toplumu bilimin kontrolü altına sokma hedefi, ondokuzuncu yüzyılın bir diğer büyük düşüncesiydi. En muhafazakâr düşünürler bile insanlığa sağlık ve refahı, toplumsal devrimlerin değil, bilimin getireceğine inanmaktaydı.

Sosyal Darwinizmin bu bütünlüklü biçiminin zayıf tarafı, öznel olmasıydı. Sosyal ateizm elbette Hıristiyanlıktan farklı bir düşünce biçimiydi ama bu sistemlerden hangisinin daha yüksek olduğunu kim belirleyecek, bu konuda kim hakemlik edecekti? Daha da önemlisi, Sosyal Darwinizmin açıklama anlayışı yetersizdi. Bilimsel terimlerle



ifade edilen birşeyin açıklanmış olacağını savunuyordu. Boyle'un gazlar yasası, Dalton'un atomik kuramı, Joule'un elektrik ısısı yasası, Mendel'in kalıtım yasaları türünden bilimsel yasalar gerçekten de, sonuçları kestirebilmemize imkân sağlayan güçlü aletlerdi. Başka türlü, gelişi güzel olarak açıklanabilecek olguları sistematik biçimde açıklayabiliyorlardı. Ama getirdikleri açıklamalar nihai değildi. Kesinliğe sahip bir açıklama, amacın bilgisini gerektirir; şeylerin neden şimdi oldukları gibi oldukları ve neden başka türlü olmadıkları sorusuna cevap bulmayı gerektirir. Ama doğadaki amaçlılığa ilişkin araştırmalar bilimin konusu değildir. Bilimin amacı şeyleri ve süreçleri uygun biçimde açıklamaktır. Amaçla ilgilenen disiplinler din ve mitostur. Bilim, o güne dek verilmiş en ayrıntılı açıklamaları vermeye çalışır ve bunu çağın ihtiyaçlarına cevap verecek bir tarzda, yeni terimlerle yapar. Klasik teoriler birçok durumda geçerli olan modellerdir ama nihai hakikatleri temsil ediyor olarak görülemezler. Bu yüzden bilim geçici bir bildiridir. Bir çağın ihtiyaçlarını tam olarak karşılıyor görünebilir, bir çağ için ikna edici olabilir ama teoriler, başka bazı teorilerce köklü bir biçimde değiştirilebilir: Dünya merkezli evren, dört element, filojiston ya da esir meselesinde olduğu gibi. Ondokuzuncu yüzyılın ilerlemeye duyduğu inanç, yirminci yüzyılın ilk on yılında ortadan kalktı. Bu dönemde, bilimde ortaya çıkan keşifler, bilimin ondokuzuncu yüzyılda elde ettiği, madde, uzam ve zamana dair kesin düşünceleri zayıflattı. Amaca ve açıklamaya yönelik araştırmaları daha acil ve kaçınılmaz kıldı.

Sekizinci Bölüm

# Yirminci Yüzyılda Bilim: Yeni Labirent

*Eski akit parçalanmıştır.*
*İnsan nihayet evrenin duygusuz uçsuz bucaksızlığında*
*bir başına olduğunu, varlığının bir tesadüf*
*olduğunu öğrenmiştir. Ne kaderi yazılıdır bir yerlerde*
*ne de görevi. Üstünde krallık, altında karanlık:*
*şimdi onun için seçim vaktidir.*
Jacques Monod

1900-1930 yılları arasındaki kısa dönemde bir dizi fizikçi, maddenin doğasına, onu düzenleyen kuvvetlere ve evrenin yapısına ilişkin, önceki anlayışları tümüyle yerle bir eden kuramlar ileri sürdüler. Bu kuramlar laboratuar dışına taştı çünkü uzama, zamana, nedenselliğe ve nesnel bilginin imkânına ilişkin mevcut felsefi düşüncelere meydan okumaktaydı. Üstelik bu kuramlar, dünya siyasetini ve sosyal hayatı derinden etkileyecek yeni teknolojiler için de başlangıç noktası oldular. Bu kuramlar (atomik yapı, görelilik, kuantum mekaniği) Galileo, Newton, Helmholtz ya da Kelvin'de olmayan bir biçimde, bilimi kendi içinde bir değer haline getirdi. Maddenin küçük, bölünmez yapıtaşlarını, onları yöneten güçlerin öngörülemezliği düşüncesini, mutlak zaman ve uzam çerçevesini paramparça ederek insanın gerçekliğe ilişkin sıradan kavrayışını geçersiz kıldı; günlük yaşamın gerçekleriyle bilimsel gerçekler arasında bir uçurum oluşturdu. Newton'dan sonraki klasik fizik, doğa güçlerini açıklayıp bütünlüklü bir sistem kurarak felsefi ve hatta dini düşünce için yeni köprüler inşa ederken, erken dönem yirminci yüzyıl fiziği kendi içinde eşsiz ve irrasyonel görünen yapılar inşa ediyordu. On dokuzuncu yüzyıl fiziği "görünmez olanın keşfi" olarak tanımlanabilirse, yirminci yüzyıl fiziği de bazen "imkânsız olanın keşfi" olarak görüle-

bilir. Bu fizik bizi, her dönemecin bir başkasına açıldığı ve her cevabın yeni bir gizeme yol açtığı bir labirente sokmuştur. Bu yeni fizik, büyük ölçüde Alman bilim adamlarının eseridir ama İngiltere ve Fransa'dan da önemli katkılar gelmiştir. Bu düşünce devriminin, Avrupa medeniyetinin büyük çözülmelere uğradığı bir dönemde ortaya çıkmış olması tesadüf müdür? Ondokuzuncu yüzyılda tesis edilen sosyal ve siyasi düzen Dünya Savaşıyla birlikte ortadan kalkmış; ilerleme dini, edebiyat, müzik ve sanat, formel yapıya yönelik meydan okumalarca, gizli ve belki de yıkıcı kuvvetlerin açığa çıkarılması arzusunca yok edilmişti. Çağ, bir heyecan ve belirsizlik çağıydı. Bilim, Avrupa'daki 1900-1940 yılları arası Fausiçu dramada başrollerden birini oynadı.

Sözünü ettiğimiz fizik, bugünkü fiziktir. Düşünceler çağdaş, tanıdık ve bugün her bilim adamının eğitiminin bir döneminde karşılaştığı düşüncelerdir. Bu yüzden aşağıda bu düşünceleri uzun uzadıya açıklamayacak, gelişimlerinde rol oynayan insan ve durumların kısa bir özetini sunmakla yetineceğiz. Sözkonusu düşünceler genellikle ilginç ve paradoksaldır. Kanıtları da ileri matematiğe dayanır. Bugün bilim camiasının kullandığı dille dünyanın geri kalanının kullandığı dil arasında bir uçurum olduğu kabul edilmelidir. Düşünce tarihçisi bu düşüncelerle okur arasında köprü kurmakta zorlanacaktır çünkü tarih bu noktada, şimdi ile iç içedir.

Atomun yapısı ve atomik süreçlerin doğası 1910 yılı dolaylarında, geçici bir süre için de olsa anlaşılmaya başlanmış ve bu anlayışa bazı araştırmalar ve tesadüfi keşifler vasıtasıyla ulaşılmıştı. Atomların fizik gerçekliği Mendeleyev'in çağında bile genel bir kabul görmemişti ve atom teorisi birçok bilim adamı tarafından sadece geçerli bir varsayım olarak kabul ediliyordu. Yine de atomların boyutlarıyla ilgili ilk tahmin teşebbüsü dikkate değer biçimde isabetliydi. 1865 yılında Viyanalı Johann Loschmidt gaz kinetiğini kullanarak son derece ileri hesaplamalar yapmış ve bir hava molekülünün çapının $10^{-7}$ mm (0,00000009 mm) olduğunu tespit etmişti. Çok daha sonraları, 1908 yılında Fransız kimyacı Jean Perrin sudaki küçük parçacıkların yerçekimi ve termal akımlara verdikleri tepkilerin, maddelerinin atom ağırlığıyla doğru orantılı olduğunu gösteren hassas bir deney gerçekleştirdi. Perrin'den sonra pek az bilim adamı atomların fizik gerçekliğinden kuşku duymaya devam etti. Neden en güçlü mikroskopların bile atomları tek tek gösteremediği artık açıklığa kavuşmuştu: Çünkü ışığın dalga boyundan bile çok daha küçüktüler. On dokuzuncu yüzyıl fizikçilerinin kullandıkları en önemli cihazlardan biri de elektrikli vakum tüpüydü, diğer





Röntgen'in 1896 yılında çektiği X ışını fotoğraflarından biri. X ışınları radyoaktivite olgusuna ve elbette atomun yapısına ilişkin erkenci ve önemli bir ipucu sağladı.

bir ifadeyle seyreltilmiş gaz içeren tüp. Bu cihaz sayesinde gerek gaz tayfları gerek elektrik cereyanları incelenebiliyordu. Bu teknik birçok beklenmedik sonuca yol açtı. Wilhelm Röntgen (1845-1923), 1895 yılında Würzburg'da, böyle bir tüpün, yansıtılamayan, kırılamayan ve hepsinden ilginci, katı maddelere nüfuz edebildiği gözlemlenen meçhul ışınlar yaydığını keşfetti. Bu ışınların, ışıkla bir şekilde ilişkileri olmalıydı çünkü ışığa duyarlı kimyasallarla tepkimeye giriyorlardı. Bu sayede Röntgen, sözkonusu ışınlarla, kapalı kutulardaki objeleri ve hepsinden muhteşemi, insan bedenindeki kemikleri fotoğraflamayı başardı. Röntgen bu ışınların ne olduğunu açıklayamadı ama X-ışınları bilimsel ve sosyal bir heyecana yol açarak Avrupa çapındaki laboratuarlarda araştırmacıların başlıca inceleme konusu haline geldiler. Henry Becquerel ve Marie-Pierre Curie, 1896 yılında Paris'te, uranyum ve radyum elementlerinin sürekli benzer ışınlar yaydıklarını keşfettiler ve bu yayılımı ifade etmek için *radyoaktivite* terimini türettiler. Becquerel ve Curie, radyoaktivitenin kimyasal bir olay olmadığını; enerjisinin ve başka maddelere nüfuz edebilme özelliğinin, atomların kendilerinde bulunan bazı özelliklerle ilgili olduğunu kavramışlardı. Bu erken dönem araştırmacılar, temas etmekte oldukları maddelerin doğasından tamamen bihaberdiler. Marie Curie ve seçkin bir atom fizikçisi olan kızı Irene Joliot-Curie başta olmak üzere birçok araştırmacı, bu



Marie Curie, kocası Pierre ile birlikte radyum ve uranyum gibi radyoaktif elementler üzerine çalışmaların öncüsü oldu.

maddenin zararlı etkilerinden dolayı yaşamlarını yitirdiler. Newton tarafından ifade edilen ve on dokuzuncu yüzyıl bilim adamlarınca kabul gören, atomların maddenin en son, değişmez ve bölünmez parçacıkları olduğu genel anlayışı, radyoaktif elementlerin değişkenliğinin ve gazların elektrik şarjı altında iyonlaştıklarının keşfedilmesiyle zayıfladı.

1895-1897 yılları arasında Joseph Thomson, Cambridge'de yönettiği bir dizi deneyle, vakumlu bir tüpteki katottan (negatif elektrot) çıkan yayılımın ışınlar şeklinde değil, manyetik bir alan tarafından yönleri saptırılabilen parçacıklar şeklinde olduğu sonucuna vardı. Bu parçacıkların (kısa süre sonra *elektron* olarak adlandırılmaya başlandılar) negatif yük taşıdıklarını, daha tuhafı, en hafif element olan hidrojenin atom kütlesinin binde birinden daha küçük olduklarını ve bu yüzden atom olamayacaklarını keşfetmişti. Tüpün içindeki hangi gaz olursa olsun parçacıkların kütle ve yükleri daima aynı oluyordu. Böylece, bazı temel parçacıkların bütün maddelerde ortak olduğu keşfedilmiş görünüyordu. Thomson'un heyecan verici ifadeleriyle "Bu, maddenin yeni bir halidir... tüm kimyasal elementlerin, kendisinden yapıldığı tözdür". Böylece atomun yekpare olmadığı, daha küçük ve elektrik yüklü parçacıklardan oluştuğu anlaşılmış bulunuyordu. Ama madde neden bu en temel düzeyde bile elektrik yüklüydü? Elektrik gerçekten de Maxwell'in tarif ettiği alanlarda, uzayın her yanına yayılmış durumda mıydı yoksa parçacıklarda yoğunlaşmıştı da bu parçacıklar bu yüzden mi temelde hep aynı yük ve kütleye sahipti?

Cambridge'deki Cavendish laboratuarı, bir süre için atom araştırmalarının merkezi haline geldi. Thomson ve Curie'lerin, atomun kararsız yapıda olduğunu ortaya çıkarmaları atomik yapının anlaşılmasına giden yolu açtı. Bu konuda derhal temel bir soru ortaya çıktı:





J. J. Thomson.

Eğer elektronların tümü negatif yüklü ise bu negatifliği dengeleyen ve maddeyi elektrik olarak nötr kılan şey nedir? Thomson önce, atomdaki negatif ve pozitif parçacıkların elektromanyetik bir güçle birbirlerine sürekli baskı uyguladıklarını düşündü ve bunu meşhur "pudingdeki meyveler" benzetmesiyle açıkladı. 1898 ve 1910 yılları arasında yapılan bir dizi tarihî deneyde Ernest Rutherford (1871-1937), Thomson'un parçacıklarını fizik testlere tabi tuttu. Sonuçta yeni ve şaşırtıcı bir atom modeli kurmayı başardı ve bu yeni modeli 1911 yılında ilan etti. En belirleyici deney, radyoaktif parçacıkları çok ince bir altın tabakasına saçtığı deney oldu; neredeyse bütün parçacıklar, tahmin edileceği üzere, tabakayı delip geçtiler ama çok küçük bir kısmı tabakadan yansıdı. Bu olay Rutherford'a şu meşhur sözleri söyletecekti: "Neredeyse, on beş inçlik bir mermiyi incecik bir kâğıt parçasına sıktığınızda merminin kâğıttan sekip sizi vurması kadar inanılmaz bir olay." Rutherford neredeyse tüm atom kütlesinin yoğun bir çekirdekten meydana geldiği ve bu çekirdeğin, görece muazzam bir boşlukta dönüp duran küçük parçacıklarla çevrelendiği sonucuna vardı. Tabakaya saçtığı radyoaktif parçacıkların büyük bir kısmı atomlardaki bu boş uzamlardan geçerken, atomların çekirdeklerine isabet eden çok küçük sayıda parçacık tabakadan yansımıştı. Atomik keşifleri popülerleştirmeye yönelik ilk kitaplar, çekirdeği, muazzam büyüklükte bir katedraldeki bir toplu iğne başı olarak betimlediler. Ondan çok daha küçük parçacıklar, katedralin kubbesindeki yörüngelerinde dönmekteydiler. Dış parçacık, yani elektron öyle hızlı dönüyordu ki (ışık hızının yaklaşık onda birine tekabül eden bir hız) atom bir katı gibi davranıyordu: Tıpkı çok yüksek bir hızla dönen bir türbinin kanatları arasındaki boşluğun, dışarıdan bakan biri tarafından görülmemesi gibi. Çekirdek pozitif bir elektrik yükü taşır, elektron ise negatif. Böylece tüm atomlar elektrik olarak nötrdür. Güneş sisteminin minyatürü biçimindeki bu atom görüntüsü, birçok bakımdan fazla basitleştirilmiş olmasına rağmen daima modern fiziğin sembolü olarak kalmıştır. Farklı elementlerin atomları üzerine yapılan araştırmalar, elementlerin çekirdeklerinde farklı sayıda elekt-

ronlar ve parçacıklar içerdiklerini açığa çıkardı. Böylece elementlerin periyodik cetveldeki ağırlıkları birden bire anlam kazandı ve birbirleriyle ilişkili elementlerin karakteristikleri atom yapılarından türetilmeye başlandı. Atom parçacıklarının sayısında yapılan değişiklikler elementin kendisini değiştirmek anlamına geliyordu. Rutherford, nitrojeni atomlarına parçalayarak oksijen elde ettiğinde yaptığı iş tam olarak buydu. Simyacının elementleri dönüştürme rüyası, 1919 yılında Cambridge'deki bir laboratuarda nihayet başarılmış oluyordu. Rutherford Dünyada işleyen atomik süreçlerin, yüz milyonlarca yıl tükenmeyecek bir ısı kaynağı oluşturduklarını fark eden ilk kişi oldu. Böylece on dokuzuncu yüzyıl fizikçilerinin Darwinizme olan itirazları cevaplanmış oluyordu. Ancak Rutherford'un açıkladığı biçimiyle atomun yapısı, doğanın başlıca gizemlerinden biri olarak kaldı. Bilim ve sağduyunun kutsadığı maddenin katılığı, yekpareliği, sertliği ve bölünmezliği ilkesi, hayalet benzeri bir madde anlayışıyla yer değiştirmişti. Çünkü atom çekirdeği öylesine muazzam bir yoğunluğa sahipti ki, bir kaşık dolusu, bir milyon ton geliyordu. Bu yüzden atom denen şey büyük ölçüde boş uzamdan oluşuyor olmalıydı.

Rutherford'un atom modelinin yol açtığı büyük sorun şuydu: Klasik fiziğe göre, kavisli bir yolda hareket eden yüklü bir parçacık, elektromanyetik ışınım yayacak, bu durum parçacıkta enerji kaybı oluşturacak ve onun hızla çekirdeğe yönelmesine yol açacaktır. Bu durumda atomun yapısı öyle karmaşıklaşacaktır ki varolması mümkün olmayacaktır. Bu soruyla klasik fiziğin üzerine kurulmuş olduğu temel sarsılmakta; Newton, Laplace, Kelvin ve Maxwell'in fizik anlayışı, atom altı düzeyde geçerliğini yitirmekteydi. Çözüm, yeni bir fiziği; kısa bir süre önce Almanya'da ortaya çıkan kuantum teorisini atom altı düzeye uygulayan Danimarkalı fizikçi Niels Bohr'dan (1885-1962) geldi. Kuantum teorisinin kurucusu Max Planck (1858-1947) bu kavramı ısı radyasyonundaki ve bazı ısıtılmış cisimlerden yayılan ışıktaki anormallikleri açıklamakta kullanmıştı. Tayfta ve bu radyasyonun dalga boylarında bir sabit dizi çizelgesi oluşturma girişimleri başarısız oldu. Enerjinin, sağduyunun öngördüğü üzere devamlı yükselen bir değerler skalasında değil, gizemli bir biçimde farklı düzeylerde yayıldığı ya da emildiği görülüyordu. Planck *kuanta* adını verdiği çok küçük cisimler arasında sınırlı miktarda bir enerji değiş tokuşu olduğunu sezdi. Farklı sıcaklıkların yaydığı tayf ancak, bu enerji kuantalarının, tüm radyasyon süreci boyunca istatistiksel oranlarda dağılmasıyla öngörülebilirdi. Planck sabiti, kavranamayacak derecede küçük bir sayıdır ve bu sayı





Max Planck, kuantum teorisinin kurucusu.

radyasyon frekansıyla çarpıldığında farklı kuantaların her birinin enerjisini verir. $E = hv$ formülünde "E" enerjidir, "v" radyasyon frekansıdır, "h" ise Planck'ın sabit sayısıdır. Böylece Planck sabiti zaman ile çarpılmakta ve enerjinin bir ölçüsünü vermektedir. Bu ölçü, genelde hareketin bir kuantumu olarak ifade edilir. Planck bulgularını 1900 yılında ilk kez ilan etti. Takip eden on yıl içinde fizikçiler, Planck'ın önerdiği formülün, sadece enerjinin analizinde değil yük ya da momentin analizinde de güçlü bir model sunduğunu keşfettiler.

Kavramı ilk kullanan düşünürlerden biri de Einstein'dir. Işığı, kuantize parçacıklar –ki daha sonra bunlara *foton*lar denmiştir– olarak ele almış ve kavramı fotoelektrik etkileri açıklamakta kullanmıştır. 1916 yılında Niels Bohr elektronun gizemli yörüngesinin kuantize olduğunu varsaydı. Yörünge çekirdekten ancak farklı uzaklıklarda olabilirdi. Atomik aşamada enerji değiş tokuşu elektronun bir yörüngeden diğerine sıçramasından meydana gelmekte, elektron çekirdekten uzaklaştıkça enerji çekmekte, çekirdeğe doğru sıçradıkça enerji saçmaktaydı. Atomların sabitliği olgusu, elektronun, en küçük yörüngedeyken sahip olduğundan daha fazla enerji kaybedemeyeceği gerçeğiyle açıklanır. Bu durumda $n = 1$'dir. Böylece elektronların, klasik mekanizmin Güneş sistemi modelindeki gezegenler gibi sabit yörüngelerde döndükleri, Newton yasalarının egemen olduğu model ortadan kalkmış; yerini bir muhtemel yörüngeler dizisine, elektronların enerji alıp verdikleri bir sisteme bırakmıştır. Bu kuantum hareketleri öylesine bir hız ve ölçekte meydan gelmektedir ki, insanın gözünde canlandırabileceği bir atom modeli kurabilmek imkânsızlaşmaktadır. Bu yüzden sözkonusu model ancak matematiksel olarak anlaşılabilir.

Ama çok sayıda elektrona sahip olan ağır atomları açıklamakta Bohr'un modeli bile yetersiz kalıyordu. 1920'lerde kuantum fiziği, elektron enerjisi de dahil olmak üzere radyasyonun aynı anda hem parçacıklar hem dalgalar şeklinde hareket ettiği paradoksal ilkesinin ortaya çıkmasıyla büyük bir ilerleme kaydetti. On dokuzuncu yüzyıl boyunca elektromanyetik teori tarafından bir dalga olarak açıklanan



Erwin Schrödinger, 1920'lerde atomik yapıya ilişkin öncü kuramcılardan biri olmuştur.

ışığın, şimdi, ayrı bir enerji kuantası olarak (ki şimdi *foton* olarak adlandırılmaktadır) analiz edilebildiği görülüyordu. Fransız fizikçi Louis de Broglie bu ikiliği sezgisel temelde ortaya attı ve Erwin Schrödinger (1887-1961) bu varsayıma matematiksel bir biçim verdi. Schrödinger'in 1926 tarihli dalga denklemleri, elektronları, çekirdekten uzaklaştıkça enerji ve frekans düzeyleri artan dalgalar olarak değerlendiriyordu. Schrödinger'den önce Werner Heisenberg, elektronların enerji düzeylerini ve bu düzeydeki değişimleri tümüyle farklı ama aynı düzeyde matematiksel bir modelle analiz etmişti. Heisenberg'in getirdiği ve kuantum teorisinin birçok öncüsü tarafından da benimsenen temel yenilik, meşhur belirsizlik prensibidir; atomik parçacıkların davranışları öyle karmaşıktır ki, bu parçacıkların zamandaki ve uzamdaki tek tek konumları asla kesin olarak saptanamaz, ancak istatistiksel bir olasılıkla tahmin edilebilir. Heisenberg (1901-1976) kuantum sıçrayışlarında görülen süreksizliğin, atom altı alemi geleneksel terimlerle açıklamaya yönelik teşebbüslerin tamamen terk edilmesini ve sadece matematiksel olarak düşünülmesini gerekli kıldığında ısrar etti. Yani matematik ve fizik, gerçekliğin ne olduğunu açıklamak iddiasında değildirler, sadece onun hakkında ne söyleyebileceğimizle ilgilenirler. Ayrıca, bir de gözlem paradoksu vardır: Bir elektronun konumunu saptamakta hiçbir test yeterli olamamaktadır çünkü herhangi bir gözlem, bir enerji yüklemesine yol açacak; bu da elektronun konumunu saptıracaktır, tıpkı havada dönüp duran bir bozuk paranın durumunda olduğu gibi; "Yazı mı tura mı?" sorusu ancak paranın hareketine radikal bir müdahaleyle cevaplanabilir. Gözlemci, maddenin nesnel bir bilgisini elde etme olanağını en derin düzeyde ortadan kaldıracak bir şekilde nesnesiyle etkileşmektedir. Kuantum mekaniğinin, ışık hızına yakın bir hızla hareket eden elektronları kapsayacak şekilde genişlemesiyle, 1928 yılında Paul Dirac (1902-1984), o güne kadar bilinenlere karşıt yük taşıyan başka atom altı parçacıkların mevcut bulunduğunu iddia etti. Elektronları yok eden ve bu nedenle bir tür anti-madde olarak ün kazanan pozitronun 1932



yılında keşfedilmesi Dirac'ın teorisi adına bir zafer oldu. Rutherford-Bohr atom modelinin "görüntü"sü –"yapı" olarak adlandırılamaz-, bir Rönesans tablosundaki Tanrı görüntüsü ne kadar geçerliyse o kadar geçerlidir. Gerçekliğin kendisinden ziyade insanın sezgisel bir kavrayışını temsil eder. Gerçeklik yerine şimdi sadece ihtimallere, seçilmiş ölçümlerin işleyişine sahibiz.

Kuantum teorisinin sonuçları, sadece bu öncü düşünürlerle sınırlı kalmadı. Maddenin en derin düzeyde akıcı, belirsiz ve doğrudan gözlemin ötesinde bir yapıya sahip olduğu varsayımı çok rahatsız ediciydi. Doğada Herakleitosçu bir ateşin olduğunu, değişimden başka bir gerçeklik bulunmadığını savunan Antikçağ düşüncesini hatırlatıyordu. Planck ve Schrödinger gibi bilim adamları, muhafazakâr ve kültürlü ailelerde yetişmiş insanlardı ve çalışmalarının nihilist bir yöne çekilmesinden rahatsızdılar. Kuantum teorisinin içerdiği örtük belirsizlik, doğa hakkındaki sezgisel inançlarıyla çatışıyordu. Planck boyun eğmez, dürüst ve ahlâki duyguları güçlü bir insandı. Savaş boyunca Almanya'da kaldı ve Nazizme açıkça karşı çıktı. Ancak onu Nazilerin şerrinden koruyan büyük uluslararası şöhreti, oğlunun, Hitler'e karşı girişilen Temmuz komplosunda rol oynadığı gerekçesiyle idam edilmesine engel olamadı. Schrödinger, Doğu filozoflarının bütünlük anlayışını çağrıştıran, ince bir zekâya sahipti ve kuantum mekaniğinin belirsizlik ilkesine sezgisel olarak direnmekteydi. Gerek Planck gerek Schrödinger, insan aklının ve onun yapılarının doğa yasalarının parçası olduğuna duydukları inancı muhafaza ettiler. İnsan aklının ve doğanın kuantum teorisinin öngördüğü gibi birbirleriyle çelişemeyeceğine inandılar. Belirsizlik ilkesinin öncüsü olan Heisenberg bile yaşamının son dönemlerinde parçacık fiziğinden tatmin olmamaya başladı. Doğanın, simetriler olmaksızın işleyemeyeceğine ve bu simetrilerin prensipte keşfedilebilir olduklarına inandı. Yine de kuantum mekaniğinin geçerliğinin tekrar be tekrar kanıtlandığını belirtmek gerekir. Madde anlayışımızın altında yatan, ayrı ve kuantize enerji ilkesi, kimyasal bağlardan kozmolojiye dek birçok alanda işlemekte ve bütün bir elektronik teknolojisinin temelini oluşturmaktadır. Kuantum teorisine kuşkuyla yaklaşan en ünlü isim, bilimde kuantum teorisine denk derinlikte bir çığır açan ve kuantum mekaniğindeki belirsizliği kabul edemeyen Albert Einstein'dır (1879-1955).

Einstein'dan birçok kere, kuramlarını kısaca özetlemesi istenmiştir; o da bu türden bir ısrara bir defasında şu karşılığı vermiştir: "Görelilikten önce, evrendeki bütün maddeler yok olsalar bile uzam

ve zamanın varolmaya devam edeceği iddia edilmekteydi ama göreliliğin sonra artık bu iddia geçerliliğini yitirmiştir." Einstein'ın başarılarını, teknik olmayan bir dille bundan daha iyi özetleyebilmek güçtür. Einstein'ın teorileri 1905-1916 yılları arasında farklı dönemlerde basıldı. Başlangıçta Einstein'ın, fizikte akademik bir konumu bulunmamaktaydı ve bu durum, düşüncelerinin kendi yüksek orijinallikteki mecralarında nasıl seyrettiklerine ilişkin kesin bir açıklamaya sahip olamayışımızı açıklar. Görelilik teorisinin ilk evresi, 1905 tarihli bir bilimsel makaleyle ortaya çıktı. Einstein bu makalede, farklı referans çerçevelerinde deneyimlenen göreli hareket sorununa dikkat çekti. Postülalarından bazıları bizim normal zaman ve uzam anlayışımıza ters sezgiler içeriyordu ama argümanının özü, bu görelilik olgusunun ışıkla ilgili olduğu, ışık sınırlı bir hızla hareket ettiği için farklı referans çerçevelerindeki gözlemciler arasında olayların zamanlamasına ilişkin mutlak bir fikir birliği olamadığıydı. Bunun ardından, zaman ve mekanın birbirlerinin devamı, yani uzay-zaman olarak görülmeleri gerektiği varsayımı geldi. Farklı referans çerçevelerinde tuhaf tutarsızlıklar meydana gelmekteydi; daha yüksek hızlarda, zaman daha yavaş akıyor ve kütle artıyordu. Bu sonuncu etkinin doruk noktası, madde ve enerjinin birbirlerine dönüşmeleriydi. Bir cismin kütlesi, içerdiği enerjinin ölçüsü oluyordu. Bu durum meşhur $E = mc^2$ formülü ile ifade edildi. Bu dönüşümde açığa çıkan enerji, nükleer enerjidir.

Göreliliğin etkilerini günlük deneyimimizde fark edebilmemiz mümkün değildir ancak bu olgu, parçacıkların, yüksek bir hızla hareket ettikleri için boyutlarıyla tümüyle orantısız bir kütle edindikleri atom altı alemde önemli sonuçlar doğurmaktadır. Görelilik, kozmoloji alanında da bir devrime yol açmıştır. Çünkü madde ve enerjinin karşılıklı dönüşümlülüğü, ışığı yerçekimine tâbi kılmakta, ışığın muazzam büyüklükteki gök cisimleri (mesela yıldızlar) etrafında kavis yaptığı anlamına gelmektedir. Şayet ışık, olayları yani uzamı belirliyorsa ve eğriyse o halde uzay-zaman sürekliliği Öklidci anlamda bir düzlemler serisi değil, eğri bir yapıdadır. O halde yerçekimi, evrende mevcut bulunan kütleye bağlı olarak uzay-zamanın eğriliği olarak görülebilir. Eğer evrende kütle-enerji olmasa uzay-zaman da olmayacaktır. Işığın, bir yıldızın çekim alanına girdiğinde büküldüğü, 1919 yılında İngiliz astronom Sir Arthur Eddington'un yönetiminde gerçekleştirilen meşhur bir deneyle doğrulandı. Deneyin sonucu, Einstein'ın büyük bir üne kavuşmasına ve yeni bir evren anlayışının mimarı olarak selamlanmasına yol açtı. İlginç düşünceleri ününü artırdı ve bazı paradoksal varsayımları, mesela evrenin sınırları olmadığı ama sonlu olduğu varsayımı, sonu gelmez tartışmalar doğurdu. Bu yeni kuramın, Newton'un fiziğini tahtından ettiği ama Newtoncu fiziğin, hava mühendisliği, hava taşımacılığı, Güneş sisteminde seyahat gibi bazı dünyevi deneyimlere hâlâ hakim olduğu söylenir. Einstein'ın olağanüstü düşünceleri, atomik ve kozmolojik alanda çığır açtı. Yaşamının son otuz yılı, yerçekimi ve elektromanyetizma araştırmalarıyla ve hem kozmosu hem atom altı alemi kapsayacak bir "birleşik alan teorisi" arayışıyla geçti. Kuantum teorisine derin bir güvensizlik duyuyor, sadece olasılıklı bir sistem değil fizik dünyanın kendisine ilişkin bir model inşa etmenin de mümkün olması gerektiğini düşünüyordu. Niels Bohr'a yönelttiği ünlü, "Tanrı zar atmaz" eleştirisi meşhurdur; ama Bohr'un cevabı da belki aynı itibarı hak ediyor: "Tanrı'ya evreni nasıl düzenleyeceğini söyleyemeyiz."



## Kozmoloji

Yirminci yüzyılda, bilim camiasının gerek içinde gerek dışında en çok etki uyandıran ilerlemeler ve keşifler, kozmoloji alanında olmuştur. Evrenin boyutları, yaşı, muhtemel kökenleri, muazzam büyüklüğü ve ürkütücü enerjisi, modern bir yaratılış mitosuyla birleşti. Modern çağda, gözleme dayalı kozmoloji William Herschel'in nebülözlere ilişkin ilgisiyle başladı. Onun çalışmaları, 1864 yılında 5.000'den fazla nebülözün konumlarını içeren bir katalog yayımlamayı başaran oğlu John tarafından sürdürüldü. Danimarkalı astronom Johann Dreyer'in çalışmaları bu büyük katalogu bile gölgede bırakıyordu. Dreyer 1908 yılında yaklaşık 15.000 nebülözü içeren muazzam bir katalog yayımladı. Birçok nebülözün, tuhaf biçimde, disk ya da spiral şeklinde olduklarını gösteren ilk çizimler ve daha sonraları fotoğraflar yine bu tarihte ortaya çıktı. Yine de nebülözlerin yapıları ve taşıdıkları önem hâlâ tümüyle belirsizdi. Bu durum, 1908 tarihinde California'daki Wilson Tepesi'ne yerleştirilen 60 inç* reflektörlü dev bir teleskopla değişmeye başladı. Bu teleskobu, 1918 tarihinde 100 inçlik** bir ikincisi takip etti. Bu aletler, Orion'daki At Başı nebulası gibi bazı nebülözlerin aslında dağınık durumdaki yıldız tozu bulutları olduklarını ortaya çıkardı ama nebülözlerin büyük bir çoğunluğu yıldız alanlarına çözülebiliyordu. Bu yıldız alanları ne kadar genişlikteydi ve neden böyle disk biçiminde

* 60 inç: 152,4 cm
** 100 inç: 254 cm



M51 galaksisi, Canes Venatici takımında, muhteşem bir spiral galaksidir.

gruplar oluşturuyorlardı? Sorunun cevabı uzaklıklarında yatmaktaydı. Bazı astronomlar bu nebülözlerin kendi içlerinde birer ada-evren olduklarından kuşkulandılar. Ancak herhangi bir uzaklık açısı (paralaks) yoktu. Peki bu durumda nebülözlerin uzaklıkları nasıl ölçülecekti? Bizim yıldız sistemimizde mi, yoksa dışında, ötesinde mi oldukları nasıl anlaşılacaktı? Ötelere, bu nebülözlere bir merdiven kurmak için değişik yöntemler denendi. Mesela parlaklıkları ölçü alındı. Ancak bu alanda çalışan başlıca araştırmacılar gözlemlemekte oldukları nebülözlerin ölçeklerine ilişkin, uzun süre görüş ayrılığı içinde oldular. Amerikalı Harlow Shapley (1885-1972) evrenin bir uçtan bir uca yaklaşık 100.000 ışık yılı genişliğinde olduğunu ileri sürerek galaksimizin boyutlarına ilişkin önceki tüm tahminleri tadil etti. Shapley bu rakamın, nebülözler de dahil olmak üzere tüm astronomik objelerin tek bir sisteme sığışması için yeterli genişlikte olduğuna inanıyordu. Çağdaşı Heber Curtis onunla görüş ayrılığı içindeydi. Galaksimizin Shapley'in iddia ettiğinden daha küçük olduğuna inanıyor, gerek teknik gerek sezgisel nedenlerle, nebülözlerin bizim galaksimizin dışında bulunan ada-evrenler olduklarını düşünüyordu. Gözlemlenebilir evrenin 100 milyon ışık yılına yayılabileceğini iddia etti. Dev teleskoplarla yapılan gözlemler 1918-1924 yılları arasında da devam etti ve açmazlar giderek arttı.

1919 yılında Wilson Tepesi'nde bir başka araştırmacı, Edwin Hubble (1889-1953) göreve başladı. Nebülözlerin uzaklıklarına ilişkin tahminlerde kullanılmak üzere bir yöntem geliştirerek, meslektaşlarını bu yöntemin geçerliğine ikna etti ve konuya ilişkin tartışmalara son verdi. 1923 yılında Hubble, Andromeda nebulasında "Cephei değişkeni" olarak bilinen bir tür yıldız keşfetti. Bunlar sabit bir devirde parlaklıkları değişen yıldızlardı ve devirleri ile parlaklıkları arasında sabit bir oran vardı. Bu özellikleriyle gökyüzünde tabii birer sabit işaret feneri işlevi görüyorlardı. Görece yakın Cepheidlerin uzaklıkları, uzaklık açısının ölçümlenmesiyle saptanabiliyordu ve daha uzaktakilerin devirleri, mutlak parlaklıklarının belirlenmesine imkân tanıyordu ki, uzaklıkları buradan yola çıkılarak hesaplanabiliyordu. Hubble, Andromeda nebulasında en az otuz altı tane bu türden değişken yıldız saptamış ve bunların yaklaşık bir milyon ışık yılı uzaklıkta bulunduklarını belirlemişti. Bu rakam, Shapley'in geniş ölçekli galaksi anlayışının bile ötesindeydi. Hubble'ın bulguları 1924 Aralık ayında duyurulduğunda, kozmolojide bir dönüm noktasının aşıldığı ve evrenin ölçek ve yapısına ilişin yeni bir anlayışın doğduğu genel bir kabul gördü. Kozmolojide ilerlemenin yolu, artık galaksilerin karakterlerine ve uzaydaki dağılımlarına ilişkin yoğun bir çalışmadan geçiyordu. Halihazırda gözlemlenmekte olan farklı galaktik şekiller ne anlama geliyordu, galaksiler gelişigüzel mi konumlanmışlardı yoksa evrende önemli bir yapı mı vardı? Hubble bu iki sorun alanında da öncü bir rol oynadı ve her ne kadar bu formları açıklamakta herhangi bir gelişim süreci teorisi geliştiremese de, takip eden otuz yıl boyunca temel eliptik ve spiral biçimlerin birçok çeşitlemesini ortaya koyarak galaksileri sınıflandırmak için bir sistem belirledi. Bir diğer temel başarısı, değişken yıldızlar türünden doğal bazı işaretleri kullanarak, uzaydaki uzaklıkları hesaplamakta bir ölçüt geliştirmiş olmasıdır. 1929 dolaylarında Hubble, kozmik uzaklık ölçütünün 250 milyon ışık yılına kadar genişletilebileceği inancıyla bazı gözlemler gerçekleştirdi. Hubble bu tahminlerin yüksek risk derecesi taşıdığının farkındaydı ve kuşkularının yersiz olmadığı, 1949 yılında Palomar Tepesi'ne kurulan 200 inç* reflektörlü bir teleskopla doğrulandı. Ama evrenin ölçeğinin abartılmasından öte, Hubble'ın tüm ekstra-galaktik mesafelerinin, ikinin bir faktörünce, olduğundan eksik gösterildiği ortaya çıktı.

Mesafe tahminleri konusunda üretilen gelişkin teknikler, Herschel tarafından işaret edilen bir soruna, yani evrenin üç boyutlu olarak haritalanması sorununa yönelik yeni bir yaklaşım doğurdu. Hubble önceleri, birörnek olmayan bir model bulduğuna inandı çünkü uzayda,

* 200 inç: 508 cm

galaksilerin mevcut bulunmadığı, geniş bir bölge, diğer bir deyişle bir sakınım bölgesi keşfetmişti. Ancak sonraları, bunun ışığı emen, dağınık durumdaki yıldızlar arası bir toz tabakasının yol açtığı bir sapma olduğunu tespit etti. Bu durum görmezden gelindiğinde ve yeterli büyüklükte bir ölçekte ele alındığında, galaksilerin dağılımının tekbiçimli olduğu görülmekteydi. Bu gözlem İngiliz astronom E.A. Milne tarafından, evrenin her doğrultuda izotrofik ve birörnek olduğunu ifade eden kozmolojik bir ilkeye dönüştürüldü. Bu ilke, evrenin dinamiğinin araştırılmasında büyük bir öneme sahipti. Hubble'ın ölümünden sonra, galaktik haritalama alanındaki çalışmalar, gökyüzündeki başlıca kümelenmeleri ya da ana galaksi gruplarını ortaya çıkararak, birörneklik ilkesi hakkında önemli bir soru işareti doğurdu: Bu kümeler ilk olarak mı ortaya çıkmışlardı yoksa mevcut galaksiler olarak birlikte mi ortaya çıkmışlardı? Bu husus hâlâ belirsizdi.

Hubble'ın galaksiler üzerine gerçekleştirdiği çalışmalar, 1929 yılında en önemli meyvesini verdi. Hubble, galaksilerin yaydığı ışıkların tayf analizine tabi tutulduklarında kırmızıya dönüştüklerini buldu. Bu durum, geri çekilmekte olan bir ışık kaynağının karakteristiğiydi. Hubble, bundan da ileriye giderek, uzaklık ile geri çekilme hızı arasında sabit bir oran saptadı. Galaksiler Dünyadan uzaklaşıyor, onlar Dünyadan uzaklaştıkça uzaklaşma hızları da artıyordu. Hubble'ın gözlemlediği bazı galaksiler, ışık hızının yedide birine tekabül eden bir hızla hareket ediyor görünmekteydiler. Bu keşif birçoklarınca "yeni bir Kopernik devrimi" olarak adlandırıldı. Başı sonu olmayan, değişmeyen, hareketsiz gökyüzü anlayışı, yerini şiddetli ve patlayıcı hareketlere dayalı bir evren anlayışına bırakıyordu. Bu geri çekilmenin, özellikle Dünyadan bir geri çekilme olduğunu ileri sürmek için bir sebep de görünmüyordu çünkü Dünya bütün bir evrenin merkezi olarak görülemezdi. Dahası, bu geri çekilme evrenin her yerinde gözlemlenebilmekteydi ve bu durum bir başka kozmolojik ilke haline gelmişti. Bu gözlemler, evrendeki tüm galaksilerin birbirlerinden muazzam bir hızla uzaklaşıyor oldukları, yani evrenin genişlemekte olduğu sonucunu kaçınılmaz kılıyordu. Bu öylesine yeni bir görüştü ki, Hubble'ın kendisi bile bulgularından kuşku duydu. Geri çekilmenin, sadece işin görünen kısmı olabileceğini ve belki de açıklanamayan bazı fiziksel etkilerin işlemekte olduğunu, evrenin her şeye rağmen tamamen statik bir yapıda olabileceğini düşündü. Ancak evrendeki her şeyin genişlemekte olduğunu vurgulamak gerekir: Galaksiler, her ne kadar hareket ediyor, dönüyor olsalar da içsel olarak genişlememekteydiler. William Huggins'in 1868 tarihinde keşfettiği, Sirius'un hareketi, diğer yıldızlarla



ilişkili göreli bir yıldız hareketiydi, yoksa kozmik geri çekilimin parçası olan bir hareket değildi. Galaksiler, evrenin büyük ölçekli birimleriydiler ve onların uzaydaki dağılım ve hareketleri kozmik yapıyı anlamakta ve kozmosun kökenine ilişkin soruları cevaplamakta anahtar hükmündeydi. Bazı astronomlar Hubble'ın kuşkularını paylaşsalar da birçok teorik fizikçi yeni bir hayati ilkenin keşfedildiğini ve Hubble'ın bulgularının Einstein'ın bazı düşüncelerini doğruladığını kabul ettiler. Eğer evren genişliyorsa şu soru kaçınılmaz oluyordu: Nereden genişlemeye başladı ve nereye genişliyor? Evvela ikinci soru ele alındığında uzamın, madde ve ışığa göreliliği şimdi somut bir düzleme oturuyor; evrenin hem sonlu hem de sınırlardan yoksun bir yapıda olması paradoksu böylece anlam kazanıyordu. Uzayın eğriliği nedeniyle şimdi evreni genişlemekte olan ve tüm noktalarının birbirlerinden uzaklıklarının eşanlı olarak arttığı bir küre şeklinde tahayyül etmek mümkündü. Daha ilginç olan bir başka soru da şudur: Evrenin genişleme sürecini başa sarmak mümkün olsa, nasıl bir başlangıca varılacaktı, bu başlangıçta neler olmuştu? Hubble henüz bulgularını ilan etmeden önce, Alexandr Friedmann (1888-1925) ve Belçikalı Cizvit Georges Lemaitre (1894-1966) gibi bazı fizikçiler, Einstein'ın önerdiği evren modelini temel alarak, evrenin statik olmadığını ve uzayın eğriliğinin zamanla artmakta olduğunu öngördüler. Varılabilecek tek olası sonuç, bu genişlemenin zamanda bir başlangıcı olduğu idi. 1931 yılında Lemaitre, *kuantum* kavramını ortaya atarak, zamanda geriye gidildikçe enerji kuantalarının sayısının azalacağı sonucuna vardı, tâ ki evrenin tüm enerjisi tek bir kuantanın içine sığışana dek. İşte bu kuanta, tahayyül edilemeyecek yoğunluktaki bir ilk-atomdu. Onsekizinci yüzyıl Alman doğa felsefecileri, bu ilk-atom (*Ur-atom*) kavramını duysalardı, kuşkusuz pek hoşlarına giderdi.

Lemaitre bu konudaki düşüncelerini daha ileriye götüremedi çünkü ilk atomun, bugünkü evreni meydana getirecek biçimde nasıl geliştiğini ya da patladığını açıklayabilecek atom süreçlerine ilişkin herhangi bir kuram mevcut değildi. Bu gelişme, bir başka teorik fizikçi grubunca sağlandı. Bunlar arasında, 1938 yılında, evrendeki çeşitli elementlerin muazzam bir termonükleer patlama sonucu farklılaştıkları neticesine varan Rus fizikçi George Gamow (1904-1968) özellikle dikkate değer bir isimdir. O ve öğrencisi Ralph Alpher daha sonraları, bu olayın açığa çıkardığı radyasyonun bugün bile fark edilebileceğini öngördüler. Arno Penzias ve Robert Wilson 1965 yılında bu tür bir radyasyon saptadıklarında, Gamow'un görüşleri ispatlanmış oldu. Yirminci yüzyılın ilk

meşhur teorisi olan Big Bang teorisi, şaşırtıcı gelecek ama, Newton'un yerçekimi kuramı ya da Darwin'in evrim kuramı gibi tek bir bilim adamının ismiyle ilişkilendirilemez. Ama Lemaitre ve Gamow kuşkusuz bu teorinin başlıca iki mimarıdır. *Big Bang* ifadesi ilk kez 1950 yılında, İngiliz astronom Fred Hoyle tarafından, alaycı biçimde kullanılmıştır. Hoyle, bir başlangıç ya da patlama düşüncesini reddederek sabit yapıda bir evren anlayışı önerdi ve Big Bang kuramının en meşhur eleştirmeni oldu.

Big Bang kuramının doğurduğu mantıksal sonuçlardan biri de, bilinen hızların ve geri çekilmekte olan galaksilerin uzaklıklarının hesaplanması suretiyle, evrenin yaşını belirlemeyi mümkün kılması oldu. Aslında evrendeki kütle miktarına ilişkin çok fazla değişken vardı ve hızların sabitliği, geniş bir fikir birliği olmaksızın, kabul edildi. Hubble'dan sonraki ilk tahmin girişimi 1932 yılında Eddington'dan geldi. Eddington evrenin yaşını iki milyar yıl olarak tahmin etmekteydi. Ama bu rakam, sürekli yükseldi ve bugün geçerli olduğu kabul edilen rakamın (on beş milyar yıl), en son rakam olduğunu öne sürmek için hiçbir nedenimiz yok. Big Bang tek bir teoriden ibaret değildir. Bu olayın nasıl gerçekleşmiş olabileceğine ilişkin, birbiriyle çekişen birçok açıklamadan ve birbirleriyle ilişkili birçok fikirden oluşur. Yoğun yıldızların özellikleri üzerine araştırmalar yapan Alman astronom Karl Schwarzschild (1873-1916), Gamow'un termonükleer modelinden hemen önce, önemli bir teorik gelişme sağlamıştı. Schwarzschild yıldızları meydana getiren malzemenin son derece yüksek bir yoğunluğa sahip olduğunu, bu yüzden yıldızlarda yerçekiminin çok güçlü olduğunu ve hiçbir şeyin, ne ışığın ne de enerjinin, bu yerçekimine karşı koyabilecek bir hıza sahip bulunduğunu iddia etti. Bu durum, matematiksel olarak düşünüldüğünde son derece tuhaftı; görünmeyecek kadar küçük bir noktacığın kütlesi, kendisini yerçekimi vasıtasıyla hissedilebilir kılıyordu. Bu görüş, kara delik teorisinin başlangıcı oldu. Kara delikler, bildiğimiz fizik yasalarının işlemediği ama evrenin başlangıcında var olan, belki sonunda da var olmayı sürdürecek durumlara bir örnek sunması bakımından çok önemliydi. Bizim galaksimizin çekirdeğinde de böyle bir kara deliğin mevcut bulunduğuna inanılmaktaydı. Sagittarius, yıldız gammasının altı derece batısındaydı ve Sagittarius'un oku, doğrudan ona dönüktü. Kara delikler, öncülüğünü İsviçreli bilim adamı Fritz Zwicky'nin yaptığı zorlu bir sorunun tezahürüydü. Teorik fizik ile gözleme dayalı astronomi, bu alanda birbirleriyle bazen etkileşiyor bazen çatışıyordu. Zwicky (1898-1974) Güneş ve diğer



bazı yıldızların kütle-ışık oranlarını hesapladı ve bunu tüm galaksilere uyguladı. Böylece galaksilerin, parlaklıklarının gerektirdiğinden elli kat daha fazla kütleye sahip olduklarını şaşırarak gördü. Bu fark, diğer araştırmacılar tarafından da doğrulandı ve hatta artırıldı. Şimdi, gözle seçilemeyen ya da dağınık durumda bulunan muazzam ölçekte bir maddenin kozmosa yayıldığına, nüfuz ettiğine inanılmaktaydı. Bu "karanlık madde" problematiği; evrenin kütlesini, yapısını ve gelişimini hesaplamaya yönelik tüm girişimleri engellemekteydi: Mesela artık galaksilerin gerçekten de küresel biçimde olduklarına ve dağınık durumda bulunan muazzam bir maddeyle halelendiklerine inanılmaktaydı. Evren açık bir yapıda mıdır yoksa kapalı bir sistem midir? Genişleme süreci sonsuza dek devam mı edecektir yoksa er geç yavaşlayacak, duracak sonra ters istikamette hareket ederek nihayet yeniden teklik durumuna mı dönecektir? Bu ve bu türden başka sorular evrenin kütlesine ilişkin güvenilir bir tahminde bulunulmaksızın cevaplanamazdı. Kozmostaki görünür madde, yerçekimi gücünün genişlemeyi durdurmak için yeterli olmadığı ve bu nedenle sürecin sonsuza dek devam edeceği izlenimini vermektedir. Yine de Zwicky'den sonraki kuramsal bulgular bunun tersini, evrenin kütlesinin bir gün daralmaya başlayarak kendi içine doğru bir patlama yapabileceğini göstermektedirler. Günümüzde bu mesele, ne gözlemin ne de kuramın çözebileceği bir kördüğüm görünümü vermektedir.

Fizikteki atomcu devrim, yıldızların yapısına ve Güneş enerjisine ilişkin bir açıklama sağlayarak, astronomi üzerine derin etkilerde bulundu. Güneşte ve yıldızlarda binlerce yıldan beri yanmakta olan ateş, astronomlar için uzun süre bir muamma olarak kalmıştı. Bu sürekliliğin kaynağı neydi, neden bu cisimler bunca yıldır yandıkları halde bir türlü tükenmiyorlardı? Yıldızların spektral anlamda analizi 1860'larda başladı ve bu süreç, yirminci yüzyılın başlarında, yıldızları parlaklık ve ısılarına göre sınıflayan meşhur Hertzsprung-Russel modelini meyve verdi. Bu model, şiddetli ısı ve ışıktan, azalan bir aktiviteyle soğuyan ve sonunda yok olan, açık bir dizi hattının ortaya çıktığını öngörüyordu. Bu modelin, aslında bir yıldızın gelişimindeki değişik safhaları gösterdiği anlaşıldı. Ancak atomik fizik ortaya çıkana dek, fizikte bilinen hiçbir enerji mekanizmi, milyonlarca yıldır devam ettiği düşünülen bu gelişimi açıklayamamıştı. Tuhaftır, 1850-1910 yılları arasında jeologların dünyanın yaşı için önerdikleri rakamlar, yıldızların olası yaşlarına ilişkin fizikçilerin önerdikleri rakamlardan yüksekti. Ama 1917 yılına gelindiğinde Sir Arthur Eddington (1882-19[illegible])

yıldız oluşumunun, enerjinin maddeye dönüşümüyle gerçekleştiğini ve yıldız enerjisinin atomik enerji olduğunu iddia ederek bu iddiayı kuramsallaştırırken Einstein'ın madde ve enerjiye ilişkin denklemlerinden yararlanmaya başladı. Klasik bir eser haline gelen, 1926 tarihli, *Yıldızların İç Yapısı* adlı kitabında Eddington, yıldızların sıcak merkezlerinde atomik füzyonlar oluştuğunu, muazzam ölçekte bir enerjinin açığa çıktığını, yıldızın daha soğuk olan dış katmanlarının, yerçekiminin yol açtığı çökmelere direndiğini çünkü çekirdekten gelen bu müthiş enerjinin tazyikine uğradığını iddia etti. Eddington kuramını, doğru nicel temellere dayandırıyordu. Hidrojenin helyuma dönüşümünün, bu sürecin özünü oluşturduğunu gösterdi. Güneşin spektral düzeni bunu doğruluyor ve Güneşin, on milyar yıl boyunca mevcudiyetini sürdürmesini sağlayacak bir kütleye sahip olduğu anlaşılıyordu. 1938 yılında Hans Bethe (doğ. 1906) Güneşte, karbon ve hidrojen atomlarının çarpışması ile başlayan, helyum ve daha fazla karbon ile son bularak yeni bir döngünün başlamasına yol açacak muazzam ölçekte bir döngünün işliyor olduğunu gösterdiğinde, Eddington'un modeli daha bir incelik kazandı. On dokuzuncu yüzyılın klasik kimyası bir anlamda devrilmişti çünkü elementlerin değişmezliği ilkesi bundan böyle geçersiz kalıyordu. Ama maddenin korunumu yasasının termodinamik ilkesi, madde ve enerjinin Einstein'ın öngördüğü şekilde karşılıklı olarak dönüşebilir olduklarının anlaşılmasıyla bir kez daha kanıtlanmış oldu. Atomun, oldukça tuhaf ve umulmadık yapısı ve davranışı, büyük ölçekli kozmik süreçleri anlamakta bir anahtar haline geldi. Doğurduğu tali sonuçlardan biri de gezegenimizdeki yaşamın devamlılığıyla ilgiliydi.

### Genetik

Ondokuzuncu yüzyılın iki temel keşfi; yaşam formlarının evrimi ve yaşamsal süreçlerin kimyasal temelleri, modern biyolojinin temelini oluşturan genetik biliminde iç içe geçtiler. Mendel'in çalışmalarının 1900 yılı dolaylarında yeniden keşfedildiği söylenir ama onun yaklaşım ve bulgularının, Amsterdamlı Hugo de Vries (1848-1935) gibi bazı biyologlarca, ondan bağımsız bir şekilde tekrar edildiğini söylemek daha doğrudur. Vries, kuramlarını, biyoloji alanındaki belki en zor soru üzerine, evrimin makro süreçlerinin, bireysel organizmalardaki değişimler düzeyinde nasıl işlediği sorusu üzerine formüle etti. De Vries, kalıtımın



farklı faktörler vasıtasıyla işlediği hususunda Mendel ile görüş birliği içindeydi ve bu faktörlerin, *pangenesis* adını verdiği gerçek fiziksel parçacıklar oldukları sonucuna vardı. Gerçekleştirdiği deneyler onu, evrimin doğru mekanizmasının doğal ayıklanma olduğu inancına karşıt bir noktaya getirdi. Bunun yerine mutasyonların, spontane biçimde ani değişiklikler meydana getirebileceklerini ve bu değişikliklerin sık sık yeni bir türün ortaya çıkmasını sağlayacak miktarda olacağını iddia etti. Bu konuda, morfolojik değişime ilişkin düşüncelerinde vitalizmin izleri görülen tartışmalı İngiliz Mendelci, William Bateson (1861-1926) ile fikir birliği içindeydi. Mutasyoncu okulun zayıflığı, bu spontane değişimlerin nasıl gerçekleşebildiğini açıklayamamasıydı. 1906 yılında *genetik* sözcüğünü türeten kişi de Bateson oldu. Ama bu bilimin temel sözcüklerinden bir kısmı, 1909 yılında Vries'in *pangene* sözcüğünü *gen* olarak kısaltan ve bir organizmanın sahip bulunduğu kalıtsal ya da genetik yapıyı ifade eden *genotip* ile, kalıtsal faktörlerce olduğu kadar çevresel faktörlerce de şekillendirilen, yani kalıtsal yapının dışa akseden yönünü ifade eden *fenotip* arasında oldukça önemli bir ayrım yapan Kopenhaglı Wilhelm Johannsen'e (1857-1927) aittir. Genotipten fenotipe doğru gelişim, her bir yaratığın bireyselliğini açıklamakta muazzam bir esneklik sağlıyordu.

Genetik değişikliklerin nasıl meydana geldiklerine ilişkin belirsizlik bir yarım yüzyıl devam etti ama 1915 yılında Thomas Hunt Morgan (1866-1945) genlerin, hücre çekirdeğindeki kromozomlarda bulunduğuna ikna oldu. Morgan çok çabuk üreyen ve sadece dört büyük ikili kromozoma sahip olan sirke sineğinin (drosophila), genetik araştırmalar için taşıdığı elverişliliği keşfetti. Morgan, sirke sineği popülasyonunda sürekli küçük genetik mutasyonlar meydana geldiğini doğruladı. Bu doğal seçilim baskısı, adaptasyon üstünlüğü gösteren bazı üyeleri filtreliyordu. Böylece Morgan, Mendel'in, genetik faktörlerin değişmezliğini keşfetmesinden sonra zayıflayan doğal ayıklanma anlayışını tadil ederek geliştirmeye başladı. İnsan gibi gelişkin bir türün kalıtım modelinin, Mendel'in incelediği ve en basit olası durumu temsil eden yedi karakteristikten daha karmaşık olduğu muhakkaktı. Her bir faktör pratikte Mendel'in yasalarına tabiydi ama karakteristikler aslında birden fazla gen tarafından şekillendiriliyor, bu da sürekli daha ince değişimlerin meydana gelmesine yol açıyordu. Morgan'ın öğrencilerinden biri Theodosius Dobzhansky (1900-1975), kromozomlardaki değişikliğin önce fizyolojik bir düzeyde meydana geldiğini ve bu mutasyonların

tesadüfen geliştiğini ya da yok olduğunu iddia ederek evrimi ve genetiği sentezlemeye yönelik çabaları sürdürdü. Ama seçilim, göç ve coğrafi izolasyon gibi fonksiyonların etkileri popülasyonların genetik yapısının, yerel düzeyde, çevresel ortam ve ekolojiyle, özellikle de türün üreme huylarında meydana gelen değişikliklerle uyumlu olarak yeniden şekillenmesini sağlamaktadır. Bu yaklaşım hem istatistiksel hem de ekolojikti ve türleşmenin arkasında coğrafi ayrımların yattığını, her bir gen havuzundaki değişikliklerin yeni bir türün ortaya çıkmasını sağlayacak noktaya geldiğini iddia eden Ernst Mayr'ın (doğ. 1904) alan çalışmalarınca da desteklendi. 1940 yılında Mayr, türleri doğal bir melezleştirme grubu olarak belirleyerek uzun süredir kafaları karıştıran bir bulmacayı çözdü. Bu belirlenim geniş kabul gördü. Morgan, Dobzhansky ve Mayr, biyolojideki yeni sentezin öncü figürlerinden bazılarıydı. Bu sentez, evrim sürecinin, bireysel genlerdeki mikro değişiklikler aracılığıyla işlediğini gösteriyordu. Ancak bu değişikliklerin işleyiş ve nedenlerinin anlaşılmış olduğunu söylemek henüz mümkün değildir. Evrimin her zaman için, sadece genlerin çevreleriyle ilişkilerinde mevcut bulunan bir geribildirim mekanizmasıyla işliyor olabileceği inancı hep engellere takılmıştır. Mesela bir tür, iklim daha soğuk olduğunda, yeni koşula uyum sağlayabilmek için ya tüy geliştirmeye ya da şişmanlamaya ihtiyaç duyacaktır ama mikroskopik bir biyokimya ünitesi olan gen, iklimde meydana gelen bir değişikliği nasıl analiz edebilmekte ve gerekli tepkiyi nasıl verebilmektedir? Genetik biliminin 1930-1960 yılları arasında, Sovyetler Birliği'ndeki ilginç hikayesi, Lamarkçılığın o tarihlerde bile cazibesini sürdürdüğünü göstermektedir. Bu ülkede, Trofim Lysenko (1898-1976), doğal seçilim anlayışına karşı bir hareket başlatarak, seçilim yoluyla tahıl ve çiftlik hayvanlarının bir neslinde iyileşmeler sağlanabileceğini ve geliştirilen özelliklerin kalıtıma doğrudan dahil olacağını doğruladı. Bu Sovyet genetik doktrininin, Devrim'in değişimci gücüne duyulan Marksist inancın bir yansıması olduğu iddia edilir.

Mutasyon ya da değişimlerin genetik aşamada nasıl ortaya çıktığını anlamaya yönelik çaba, genin moleküler mimarisinin ortaya çıkarılmasıyla birlikte ileriye doğru dev bir adım atmış oldu. DNA, bugünkü popüler düşüncede neredeyse mistik bir yer işgal etmektedir. Evrene ve kendimize ilişkin görüşlerimizin üzerinde yükseldiği sütunlardan biri olarak, Big Bang teorisinin yanı başında durur. Çünkü bu iki kuram, fiziksel gerçekliğin iki uç kutbunu temsil etmektedir. *Big Bang*, zaman ve uzamın akıl almaz genişlikteki ovaları boyunca evrenin araştırılmasını gerektirirken, DNA yaşamın kavranamayacak denli küçük ama görünüşte anlamlı yapıtaşlarına inmeyi gerektirmektedir. Francis Crick (doğ. 1916) ve James Watson'un (doğ. 1928) DNA (deoksi ribo nükleikasit) analizleri 1953 yılında ilan edildi ama bu çalışma, İngiliz bakteriyolog Fred Griffiths'in 1920'lerin sonlarında gerçekleştirdiği çalışmalarca öncelenmişti. Griffiths genetik bilginin bir organizmadan diğerine aktarılabildiğini buldu ve 1944 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde Oswald Avery, DNA'yı, içerdiği maddeyle tanımladı. 1951 yılında Alfred Herschey ve Martha Chase, DNA'yı radyoaktif izlerle işaretleyerek bunu kanıtladılar ve aynı zamanda DNA'nın kendi kendisini kopyalıyor olduğunu gösterdiler. DNA'nın karbon, hidrojen, oksijen, nitrojen ve fosfor içerdiği artık bilinmekteydi ama moleküler yapısı görülmedik derecede karmaşıktı. Crick ve Watson, büyük keşiflerini Maurice Wilkins ve Rosalind Franklin tarafından geliştirilen X ışını kristalografisine borçludurlar. Ancak özellikle Franklin, gerekli tüm verilere sahip olduğu halde, iş bu verilerden doğru sonuçlar çıkarmaya geldiğinde duraksamıştır. Crick ve Watson tarafından ortaya çıkarılan döner merdiven ya da daha bilimsel bir ifadeyle çifte sarmal modeli, almaşık şekerlerden ve fosforik asitlerden oluşan iki şeridin, görece basit yapıdaki dört aminonun, neredeyse sonsuz çeşitlilikte dizilerde düzenlenebilmeleri için nasıl bir çerçeve sağladığını göstermiştir. Bu yapı, bir ana kalıptır ve öylesine çeşitlenmektedir ki yaşayan tüm organizmaların, tüm özelliklerini tayin eder. DNA'nın kendisi, yaşamın temel yapı taşı değildir. Her bir hücredeki protein moleküllerinin yapısını biçimlendiren bir model ya da kod görevi görür. Ama proteinle doğrudan temas etmez. Kodu, RNA (ribo nükleik asit) vasıtasıyla gönderir. Bu, moleküler genetiğin temel sürecidir: DNA'dan RNA'ya, sonra RNA'dan proteine bir aktarım.

Bir gen artık yalıtık bir birim olarak değil, tersine bir kromozomun parçası olarak kabul ediliyordu ve Mendel'in faktörlerinden daha esnekti. Her bir insan DNA'sı milyonlarca atom içerir ve her bir insan hücresi yaklaşık 100.000 genden oluşmaktadır; her bir gen özel bir amino zinciridir ve her bir gende bu zincir farklıdır. Genetik zincirlerin muhtemel sayısının yaklaşık 256 x $10^9$ olduğu tahmin edilmektedir ki bu rakam, astronomik uzaklıkların ifade edilmesinde kullanılan rakamların dahi ötesindedir. Üç milyar yıl önce yeryüzünde yaşamın ortaya çıkışından bu yana dünyada ömür süren tüm canlıların toplam genetik zincir sayısı, muhtemel kombinasyonların yarısını bile oluşturmamaktadır. Bu, evrimin, bugüne dek kat ettiği yoldan çok daha fazla-

sını kat edeceği anlamına gelir. Aynı zamanda insanoğlunun, işlemekte olan gizli ya da açık bir plan sürecinin mevcut olmaması durumunda, son derece ihtimal dışı bir varlık olacağı anlamına da gelir çünkü genetik zincirlerde milyonlarca çeşitleme meydana gelmekte ve bunlar, insanın oluşum evriminde ya yok olup gitmekte ya da kalıcı hale gelmektedir. Bir bütün olarak bedenin yapısında büyük bir paradoks vardır: tüm insan hücreleri, tüm insan DNA'larını içermektedir ki bu, DNA'nın sadece küçük bir parçasının her bir özel hücrede kullanıldığı ve bunun birçok dokuya ve organa; kemik, sinir, kas, göz, beyin, deri vs. farklılaştığı anlamına gelir. Bu durum, hücrenin gelişimini uygun bir yola sevk edecek son derece karmaşık bir kimyasal aktivatörler ve inhibitörler sistemi gerektirir.

Gözlemler vasıtasıyla biliyoruz ki, genetik kopyalama esnasında sürekli değişiklikler meydana gelmektedir. Amino asitlerden proteinlerin yapılışı, DNA modelini, her seferinde mutlak bir kesinlikle kopya etmemekte ve sonuçta bir mutasyon ortaya çıkmaktadır. Biliyoruz ki DNA dışı ajanlar, mesela kimyasallar ya da ultraviyole ışınları, X ışınları gibi radyasyon türleri, mutasyonlara sebep olabilmektedir. Ama bunlar hataları kopyalıyorlarmış gibi eşanlı olarak da ortaya çıkabilmektedirler. Bu mutasyonların birçoğu negatif ya da gelişigüzel olacak ve organizmanın müsbet bir anlamda çevresine uyum sağlamasına yardımcı olmayacaklardır. (Bu durumu, harflerin, sözcüklerin ve noktalama işaretlerinin doğru bir şekilde kullanıldığı bir cümleye benzeterek düşünelim: Kopyalama esnasında ortaya çıkan herhangi bir tesadüfi hatanın cümleyi daha açık hale getirmesi son derece ihtimal dışıdır, tersine cümleyi anlaşılmaz kılacaktır.) Bazı mutasyonlar, organizmanın işleyişinde ciddi aksaklıklar meydana getirebilirler; bunlar metabolizmadaki kalıtsal hatalardır. Üreme hücreleriyle bedenin geri kalan hücreleri, yani beden hücreleri arasında temel bir farklılık vardır. Beden hücrelerindeki mutasyonlar türün sonraki üyelerine geçmemekte ama üreme hücrelerindekiler geçmektedir. August Weismann bu *germ-plazm* teorisinde sezgisel olarak haklıydı. Bu mutasyonlar ya yok olarak ya da bazı uyum avantajları sağlamak suretiyle kalıcı hale gelerek doğal ayıklanmaya katılırlar. Böylece evrim hakkındaki temel, felsefi soru şimdi şuna indirgenebilir: Mutasyon süreci gelişigüzel midir? Eğer böyleyse şans, canlı formların evriminde ilkel amiplerden insan beyninin karmaşıklığına giden süreci tek başına tayin edebilir mi? Biyoloji tarihinde DNA'nın rolü öylesine merkezîdir ki, genetikçi



Richard Dawkins DNA'nın, organizmayı sırf kendi varlığını sürdürebilmek için bir otel gibi kullandığından söz etmektedir. Bu görüşte, tüm evrim süreci, kimyasal kodların dışavurumu olarak başka türlü de ifade edilebilecek, bir tür gizli tarihe sahiptir; bu dışavurumun biçimleri hemen hemen ikincildir çünkü kontrol altındaki kodlardır.

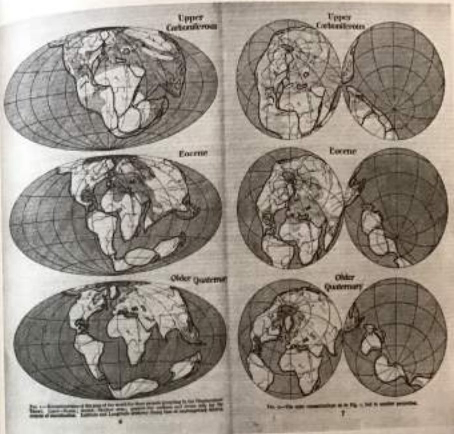
DNA'nın yapısının ortaya çıkarılması kalıtım ve evrim mekaniğine ilişkin anlayışımızda bir dönüm noktasıdır ama DNA'nın yapısı öyle karmaşıktır ki en büyük biyolojik sorunu, yaşamın kökeni sorununu çözme şansımızı daha da azaltmaktadır. Evrim düşüncesi biyolojik düşünceye egemen olduktan sonra, bilimsel mantığın, evrim sürecine ilişkin filmi er ya da geç geriye saracağı, böylece sürecin morfoloji ya da kimya açısından geriye doğru izlenebileceği ve yaşamın nasıl başladığının keşfedilebileceği iddia edilmeye başlandı. Liebig'in zamanından beri proteinlerin yapısı kimyasal analizlere teslim oldu ve amino asitlerin birkaç milyar yıl önce dünyada mevcut bulunan koşullarda, tabii olarak meydana gelmiş olmaları da mümkün görünüyor. 1950'lerin başında Miller-Urey'in gerçekleştirdiği deneyler de bu kabule dayanmaktadır. Bu anlayışa göre, temel elementlerin suda oluşturdukları bu varsayımsal karışımdan elektrik akımları geçmiş ve böylece bazı amino asitler ortaya çıkmıştır. Bu deneylerin yol açtığı heyecan, birkaç amino asit ile yaşamın kendisi arasındaki uçurumun hâlâ çok büyük olduğunun anlaşılmasıyla büyük ölçüde yok olmuştur. Proteinlerin hücrelerde nasıl organize olabildiklerini açıklayabilmek imkânsızdır ve hepsinden öte, proteinler kendi kendilerini kopyalayamamaktadır. DNA, yaşam için amino asitler kadar zaruridir. Artık iki sorun vardır: Sadece karmaşık protein moleküllerinin ortaya çıkışını açıklamak yetmemekte, DNA'nın eşanlı olarak ortaya çıkışını da açıklamak gerekmektedir çünkü o olmadan sözkonusu ilk proteinler bileşenlerine ayrılarak yok olacaktır. Yaşamın başlangıcı öyle gizemli bir konudur ki büyük İsveçli kimyacı Svante Arrhenius (1859-1927) yaşamın kökeninin dünyada olamayacağını, sporların ya da tohumların, ışığın basıncıyla yıldızlararası uzaydan dünyamıza taşındıklarını iddia etmiştir. (Bu fikir 1980'lerde kozmolog Fred Hoyle tarafından tartışmalı bir biçimde yeniden canlandırıldı.) Arrhenius, evrenin ezelî-ebedî olması gerektiğini çünkü bir başlangıç düşüncesinin, dokunulmaz yapıdaki termodinamik yasalarıyla ters düşeceğini düşünüyordu ve yaşamın kökenine ilişkin teorisi de bu düşünceye dayanıyordu. Evren gibi yaşam da sonsuz olarak kabul edilmelidir, evrenin diğer unsurlarından daha az ya da daha

gizemli değildir. Bu teori yaşamın dünyadaki kökenlerini açıklayabilir ama yaşamın kökenini açıklayamaz. Yaşam, termodinamiğin ikinci yasasının belki de tek istisnasıdır; düzen ve karmaşıklıkta bir artış gösterir. Bu ikna edici fikir, Schrödinger'in *Yaşam Nedir?* adlı eserinde geliştirilmiştir. Ancak bu güçlü iddia bugün bir yanlış anlama olarak kabul edilmektedir: Yaşam kapalı bir sistem değildir ama önceden var olan termodinamik döngülere ve nihaî olarak Güneşe bağımlıdır; daha geniş bir çevrede, yaşam artan düzensizlik pahasına düzen olarak yükselir.

## Bilim ve Felsefe Yeniden Doğuyor

Yirminci yüzyıl biliminin özellikleri dağılma, kırılma ve gerçekliğin atomizasyonudur. Bilimin bütün başlıca disiplinleri gerçekliğin göründüğü gibi olmadığını göstermiştir. Madde giderek daha küçük parçacıklara bölündü; evren, akla meydan okuyan yapılara ve uzaklıklara yayıldı; insanlığın tanımının kişilik dışı, mikroskopik kimyasal modellerde yatmakta olduğu görüldü. Ayaklarımızın altında uzanan ve güya katı olan dünyanın kendisinin de dinamik bir hareket halinde bulunduğu, büyük kara parçalarının sürüklenmekte olduğu ve dünya haritasının yavaş bir biçimde hep yeniden şekillendiği artık biliniyordu. En determinist sistemlerin bile, unsurları yeterince ayrıntılı bir şekilde analiz edildiğinde öngörülemez bir yapıda oldukları ortaya çıktı. Bu bir tür kaostu ve mekanik olsun doğal olsun tüm sistemlerde bulunuyordu. Özellikle de, olasılığın hüküm sürdüğü insan toplumlarında. Gizli güçlerin ve gizli modellerin ortaya çıkarılması modern bilimin belirleyeni haline geldi. İnsan ruhunun kendisi de bu sürece dahildi çünkü bilinçdışı yapı öylesine analiz edildi ve haritalandı ki akıl artık onda dokuzu gizli olan, görünmeyen bir buzdağına benziyordu. Freud'un çalışmalarının konumu, bir bilim olarak tartışmalıydı ama bu düşüncenin 1900-1940 arası o yıkıcı yıllarda ortaya çıkmış olması, yirminci yüzyılın değişmekte olan temellerine, parçalı gerçekliğine bir örnek teşkil eder. Modern bilim, düşüncenin yüzlerce yıllık yavaş gelişimine dayanmaktadır ve bu süreçte felsefe genellikle bilgiden daha önemli görülmüştür. Bilim, onyedinci yüzyılda felsefeden ayrılmaya başlayarak empirik bilgiyi kendisine alan edindiğinde, gelişimi hız kazandı. Ancak bilgimiz çok hızlı bir biçimde genişlediğinden, üç yüzyıl sonra bugün bazı felsefi soruların yeniden kaçınılmaz hale gelmiş olması doğaldır. Doğadaki tasarım sorunu modern bilimi, on yedinci






ve on sekizinci yüzyılın doğa felsefelerini meşgul ettiğinden daha sıkıntılı bir şekilde meşgul etmektedir çünkü *tasarım* kavramının altında amaç sorunu yatmaktadır. Maddenin yapısını, yaşamın kimyasını ya da bir galaksinin evrimini derin bir şekilde araştırdığımızda düzen, süreç ve yasalılığa ilişkin kanıtlar olduğunu görürüz. Ama bu yasalar nihaî anlamda ne işe yararlar ve yasa, varoluşun kendisini nasıl açıklayabilir? Bilim, şeylerin neden şimdi oldukları gibi olduklarını, neden başka türlü olmadıklarını nihaî olarak açıklamayı reddeder. Belki de bir sebep yoktur. Belki bu soru, bir dil yanılgısıdır çünkü madde ancak düzenli bir durumda varolabilmektedir, bir kaos durumunda değil. Bu durumda bilimsel açıklamanın ne olduğunu açıkça ortaya koymalıyız; o, olgula-

1915 yılında Alfred Wegener kıtaların sürüklenmekte olduğunu iddia etti. Wegener son derece şaşırtıcı bir jeolojik sürecin mevcudiyetini parlak biçimde keşfetti; sonraları levha tektoniklerinin keşfi, bu mekanizmayı doğruladı.

ra ilişkin daima daha ayrıntılı bir açıklamadır. Bu açıklamada tasarım daima içkindir ama bir tasarlayana ya da üstün bir tasarım amacına başvurulmaz. Söyleyebileceğimiz şey, tasarımın işlemekte olduğundan ibarettir ama farklı bir maddi yapı ya da alternatif bir insan evrimi süreci aynı şekilde işleyebilir miydi, bunu bilemeyiz. Bilimin kendisi de bu eksikliği çok keskin biçimde hissetmektedir. Evrene ve onu meydana getiren güçlere ve parçacıklara ilişkin bilgimizde bir son sınıra vardığımıza ilişkin iddialarda neredeyse bir umutsuzluk sezilir. İnsan bilmemeye tahammül edemez. Şimdi kendisini o kadar ikincil ve bağımlı hissediyor ki bazı birincil hakikatleri kavramak mecburiyetindedir.

Fakat neden evren anlaşılabilir, üstelik sadece insan için anlaşılabilir olsun? İnsan zihninin doğa yasalarıyla bir şekilde etkileşimde olduğu ihtimali yakın zamanda son derece cazip hale geldi ve orta çağların makrokozmos-mikrokozmos kuramının yeni bir versiyonunu doğurdu. İnsan merkezlilik ilkesi, evrenin nihai amacının anlaşılmayı gerektirdiğini iddia eder; insanın bunda çok önemli bir rol oynadığını, evriminin kozmik tarih için hatta kozmik tarihin amacı için önemli olduğunu söyler. Gerçi dil farklı bir yapıdır ama insanın Dünyayla Evren arasındaki, önceleri dinî düşüncenin esasını teşkil eden o eşsiz, aracı rolünün odağıdır. Yüzyıllar boyu bilim, doğanın nihai amaçlarının insandan gizlendiğini, ama bu amaçların kuşkusuz gerçek olduklarını ve ilâhi kontrol altında bulunduklarını kabul eden bir doğa felsefesi olarak gelişti. Sonra bilim, sadece doğaya yeni, dünyevî amaçlar yükleyerek değil ama amaca yönelik araştırmalardan her seferinde daha ayrıntılı tanımlar türeterek doğa felsefesinden ayrıldı. Bu dönüşümün tam olarak ne zaman gerçekleştiği tartışma konusudur. Fransa'da, onsekizinci yüzyılın sonlarında Laplace o ünlü "varsayımlara ihtiyacım yok" açıklamasını yaptığında gerçekleştiği muhakkaktır. Termodinamik yasalarının ya da evrim teorisinin formülasyonu gibi bilimsel gelişmelerin her biri, bir dönüm noktası olarak görülebilir çünkü gerek evrenin gerek yaşam olgusunun kendi kendisini düzenleyen süreçler olduklarını göstermişlerdir. Yirminci yüzyılda atomun sıradışı yapısının keşfedilmesi, bilim ve felsefe arasındaki ayrımda bir diğer aşama olmuştur. Çünkü atomik yapının gerçekleri öyle ilginç ve paradoksaldı ki onda amaca yönelik hiçbir kuram bulunuyor olamazdı; eşsiz ve kendi kendine yeterliydi. Ama şu da aynı ölçüde açıktır ki yirminci yüzyılda meydana gelen korkunç hadiseler insanlık tarihinde tasarım ya da amaca yönelik bütün kolaycı inançlar hakkında soru işaretleri uyandırdı: bilim bu anlamda, ondokuzuncu yüzyılın hoşlandığı kesinlik ve inançları yok eden güçlerden sadece biriydi. Jacques Monod'un "İnsan sonunda evrende yalnız olduğunu öğrendi" iddiası sadece bilimsel bilgiyle ilgili bir şey değildir. Antik ve modern çağlardaki bütün dinî sistemler tam tersi bir inançtan kaynaklanmaktaydılar; insan ile Evren arasında özel bir ilişki bulunduğu inancından. Bilimsel bilgi ve bilimsel teknikler şimdi medeniyetimize hükmetmektedir ama Evren, kişilik dışı şans faktörünce mi yönlendirilmektedir yoksa bir amaç doğrultusunda mı idare edilmektedir? Bir amaçla idare ediliyorsa bu amacı belirleyen kimdir? Bu soruların cevapları bugün bile açık değildir. Eğer cevaplar, atomun kalbinde ya da kozmosun derinliklerinde Tanrı'nın yeniden keşfedilişiyle mümkün olursa, bu, bilim tarihinin en büyük ironisi olacaktır.

## Kaynakça

Aşağıdaki liste özellikle klasik bilim üzerine odaklanmıştır. Günümüzde popüler bilim yayınında yaşanan patlama nedeniyle, kuantum fiziği, genetik ve kozmoloji gibi yirminci yüzyıla ait düşünceleri açıklayan birçok mükemmel çalışmayı listelemeye girişmedim.


### GENEL REFERANSLAR

C. C. GILLISPIE ed., *Dictionary of Scientific Biography*, 16 c., 1970-1980.

R. TATON ed., *A General History of the Sciences*, 4 c., 1963-1966.

C. SINGER vd., *A History of Technology*, 5 c., 1954-1958.

A. E. McKENZIE, *The Major Achievements of Science*, 2 c., 1973.

R. OLBY vd., *A Companion to the History of Modern Science*, 1990.

H. SELIN ed., *Encyclopedia of the History of Science, Technology and Medicine in Non-Western Cultures*, 1997.

### ANTİKÇAĞ VE ORTAÇAĞ DÖNEMLERİ

O. NEUGEBAUER, *The Exact Sciences in Antiquity*, 1957.

M. CLAGETT, *Greek Science in Antiquity*, 1976.

D. C. LINDBERG, *The Beginnings of Western Science*, 1992.

A. C. CROMBIE, *Augustine to Galileo: the History of Science AD 400-1650*, 1952.

S. H. NASR, *Science and Civilization in Islam*, 1968. [Tercümesi (*İslam'da Bilim ve Medeniyet*) İnsan Yayınları tarafından 1991 yılında yayınlanmıştır.]

S. H. NASR, *Islamic Science, an Illustrated Study*, 1976. [Eserin İngilizce versiyonu ve Türkçe tercümesi (*İslam ve İlim*) İnsan Yayınları tarafından 1989 yılında yayınlanmıştır.]

E. GRANT, *Planets, Stars and Orbs: the Medieval Cosmos*, 1994.

J. D. NORTH, *Chaucer's Universe*, 1988.

J. D. NORTH, *Stars, Mind and Fate: Essays in Ancient and Medieval Cosmology*, 1989.

J. E. MURDOCH, *Album of Science: Antiquity and the Middle Ages*, 1984.

### RÖNESANS VE BİLİMSEL DEVRİM

A. C. CROMBIE, *Science, Art and Nature in Medieval and Modern Thought*, 1996.

A. DEBUS, *Man and Nature in the Renaissance*, 1978.

D. P. WALKER, *Spiritual and Demonic Magic from Ficino to Campanella*, 1975.
H. BUTTERFIELD, *The Origins of Modern Science*, 1957.
A. KOYRÉ, *From the Closed World to the Infinite Universe*, 1957. [Tercümesi, *Kapalı Dünyadan Sonsuz Evrene* adıyla 1998 yılında İdea Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.]
I. B. COHEN, Revolution in Science, 1981.
D. GOODMAN & C. RUSSELL, *The Rise of Scientific Europe 1500-1800*, 1991.
A. R.HALL, *The Revolution in Science*, 1983.
S. DRAKE, *Galileo at Work: his Scientific Biography*, 1978.
A. TURNER, *Early Scientific Instruments, Europe 1400-1800*, 1987.
R. WESTFALL, *Never at Rest: a Biography of Isaac Newton*, 1980.
I. B. COHEN, *Album of Science: From Leonardo to Lavoisier*, 1980.

**TIP TARİHİ**

F. H. GARRISON, *Introduction to the History of Medicine*, 1913 ve sonraki baskıları.
C. SINGER & E. UNDERWOOD, *A Short History of Medicine*, 1962.
R. MARGOTTA, *An Illustrated History of Medicine*, 1968.
K. ROBERTS & J. TOMLINSON, *The Fabric of the Body: European Traditions of Anatomical Illustration*, 1992.
H. F. NORMAN, *One Hundred Famous Books in Medicine*, 1995.
R. PORTER, *The Greatest Benefit to Mankind: a Medical History of Humanity from Antiquity to the Present*, 1997.

**FİZİK VE MATEMATİK**

C. BOYER & U. MERZBACH, *A History of Mathematics*, 1989.
H. EVES, *An Introduction to the History of Mathematics*, 1983.
C. J. SCHNEER, *The Search for Order: the Development of the Major Ideas in the Physical Sciences from the Earliest Times to the Present*, 1960.
I. B.COHEN, *The Birth of a New Physics*, 1985.
C. JUNGNICKEL & R. MCCORMMACH, *Intellectual Mastery of Nature: Theoretical Physics from Ohm to Einstein*, 2 c., 1986.
E. SEGRÉ, *From Falling Bodies to Radio Waves: Classical Physicists and their Discoveries*, 1984.
E. SEGRÉ, *From X-Rays to Quarks: Modern Physicists and their Discoveries*, 1980. [Tercümesi, *X Işınlarından Kuarklara: Çağdaş Fizikçiler ve Buluşlar* adıyla 1995 yılında Sarmal Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.]
S. G. BRUSH, *The History of Modern Science: a Guide to the Second Scientific Revolution 1800-1950*, 1988.

**KİMYA**

A. J. IHDE, *The Development of Modern Chemistry*, 1984.
W. H. BROCK, *The Fontana History of Chemistry*, 1994.
C. J. SCHNEER, *Mind and Matter: Man's Changing Concept of the Material World*, 1988.



B. JAFFE, *Crucibles: the Story of Chemistry from Alchemy to Nuclear Fission*, 1968.
G. ROBERTS, *The Mirror of Alchemy*, 1996.
S. F. MASON, *Chemical Evolution: The Origin of the Elements, Molecules and Living Systems*, 1991.
M. CROSLAND, *Historical Studies in the Language of Chemistry*, 1962. [Tercümesi, *Kimya Dili Üzerine Tarihsel İncelemeler* adıyla 2000 yılında Nobel Yayın Dağıtım tarafından yayınlanmıştır.]

**BİYOLOJİ, JEOLOJİ, EVRİM**

L. N. MAGNER, *A History of the Life Science*, 1994.
C. SINGER, *A History of Biology*, 1950.
A. G. MORTON, *A History of Botanical Science*, 1981.
F. STAFLEU, *Linnaeus and the Linnaeans*, 1971.
W. LEY, *The Dawn of Zoology*, 1968.
P. BOWLER, *The Fontana History of the Environmental Sciences*, 1992. [Tercümesi, *Doğanın Öyküsü* adıyla 2 cilt olarak 2001 yılında İzdüşüm Yayınları tarafından yayınlanmıştır.]
P. BOWLER, *Evolution: the History of an Idea*, 1984.
F. D. ADAMS, *The Birth and Development of the Geological Sciences*, 1935.
A. HALLAM, *Great Geological Controversies*, 1989.
C. C. GILLISPIE, *Genesis and Geology*, 1959.
E. MAYR, *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution and Inheritance*, 1982.
D. YOUNG, *The Discovery of Evolution*, 1992.
L. EISLEY, *Darwin's Century*, 1958.
J. NEEDHAM, *The Chemistry of Life: Lectures on the History of Biochemistry*, 1970.
M. FOURNIER, *The Fabric of Life: Microscopy in the Seventeenth Century*, 1996.
J. POSTGATE, *Microbes and Man*, 1969.
H. LECHEVALIER & M. SOLOTOROVSKY, Three Centuries of Microbiology, 1965.
L. PEARCE WILLIAMS, *Album of Science: The Nineteenth Century*, 1978.

**ASTRONOMİ**

J. D. NORTH, *The Fontana History of Astronomy and Cosmology*, 1994.
C. WALKER ed., *Astronomy Before the Telescope*, 1997.
A. VAN HELDEN, *Measuring the Universe: Cosmic Dimensions from Aristarchus to Halley*, 1985.
J. D. NORTH, *The Measure of the Universe, a History of Modern Cosmology*, 1990.
T. KUHN, *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*, 1957.
C.WHITNEY, *The Discovery of Our Galaxy*, 1988.
A. SANDAGE, *The Hubble Atlas of Galaxies*, 1963.

# Dizin

# Batı Biliminde Dönüm Noktaları

PETER WHITFIELD

Ölümsüz öğelerin meydana getirdiği bir biçimler zinciri olarak evren anlayışı, 1840-1940 arasında, termodinamik, atomik yapı, madde ve enerjinin birbirine eşitliği gibi kuramlarla birlikte ortaya çıkmıştır.

Peter Whitfield'e göre bu, insan düşüncesinin belki de en büyük başarısıdır. Whitfield, bu geniş kapsamlı araştırma esnasında, söz konusu başarının ardında yatan ve düşünce tarihinin en erken dönemlerinden XX. yüzyılın ortalarına dek uzanan uzun soluklu ve karmaşık keşif süreçlerini inceliyor. İnsanların, araştıran bir zihin ve bir inançlar dizisi yardımıyla, doğayla sonsuzluk arasına köprüler kurmak için nasıl bir mücadele verdiğini gösteriyor ve bilim tarihinin de -tıpkı sanat tarihi gibi- basitten karmaşığa doğru doğrusal bir ilerleme göstermediğini, evrene ilişkin tarihsel koşullarca belirlenen açıklamalardan oluştuğunu savunuyor.

Bildiğimiz anlamda bilimsel düşünce ilk ne zaman ortaya çıkmış, doğaya ve yaşama ilişkin diğer düşünce formlarına ne zaman üstünlük sağlamıştır? Bu güç soruya açık bir cevap bulma yolundaki gayret, *Batı Biliminde Dönüm Noktaları* isimli bu eserde büyüleyici bir seyehate dönüşüyor. Elinizde tuttuğunuz bu kitap, geniş kapsamlı ve önemli konulara değiniyor ama okurundan bilimin herhangi bir alanında özel bir uzmanlık da talep etmiyor. Herbir çağın büyük düşünürlerinin buluşları, spekülasyonları ve teorileri açık ve özlü bir dille sunuluyor ve çok sayıda resimle destekleniyor.



9 789756 614532